

ISSN 1895-9911
ISBN 978-83-7542-014-2

Periodyk Naukowy Akademii Polonijnej

Polonia University Scientific Journal

TOM 5

Vol. 5

**Modelowanie w naukach ekonomicznych, przyrodniczych
i technicznych w kontekście interdyscyplinarnym**

*Modelling in economic sciences, natural sciences
and engineering in the interdisciplinary context*

Częstochowa 2011

Redaktor naczelny:

ks. dr Andrzej Kryński

Sekretarz redakcji:

dr Magdalena Pluskota

Redaktorzy tematyczni:

prof. dr hab. Leszek Bednarczuk (językoznawstwo);
prof. zw. dr hab. Adam Błaś (prawo i administracja);
prof. zw. dr hab. Zbigniew Domański (matematyka, fizyka, informatyka);
dr Adam Krzymowski (dyplomacja i polityka zagraniczna);
ks. prof. dr hab. Stanisław Łupiński (europeistyka);
prof. zw. dr hab. inż. Zbigniew Piasek (dziedzictwo polonijne);
prof. dr Bogdan Piotrowski (literatura światowa);
dr hab. Stanisław Roszkowski, prof. Uł (translatoryka i traduktologia);
prof. zw. dr hab. med. Jerzy Supady (pielęgniarstwo i zdrowie publiczne);
dr hab. Urszula Szubert – Zarzeczny, prof. AP (ekonomia);
prof. dr Gerrit de Vylder (zrównoważony rozwój);
prof. zw. dr hab. M. Jolanta Żmichrowska (edukacja)

Redaktor statystyczny:

dr Anna Buczkowska

Stali współpracownicy:

prof. zw. dr hab. Wiesław Bokajto (Wrocław);
prof. zw. dr hab. Józef Dołęga (Warszawa);
dr hab. Wanda Grelowska, prof. WWSZiP (Wałbrzych);
dr hab. Beata Gofron, prof. AJD (Częstochowa);
dr hab. Jerzy Koperek, prof. KUL (Lublin)

Rada programowa:

prof. zw. dr hab. Kazimierz Bobowski (przewodniczący);
dr Raul Kosta (sekretarz);
dr hab. Wojciech Podlecki;
prof. dr hab. Edward Walewander;
dr n. med. Włodzimierz Wróbel;
dr Piotr Zazula
dr Brice Megnomo

Konsultanci naukowi:

prof. dr hab. Krystyna Chałas;
dr hab. Jan Mazur, prof. UP JP II;
prof. dr hab. Tadeusz Chrobak;
dr hab. Piotr Stec, prof. AP;
dr hab. Józef Chmiel, prof. AP

Rada konsultacyjna:

prof. Aime Caekelbergh (Belgia);
prof. Gerrit Demuijnck (Francja);
prof. Martin Guimfac (Kamerun);
prof. Cyril Hišem (Słowacja);
prof. Matthias Kramer (Niemcy);
prof. Renata Myšková (Czechy);
prof. Charles Ngadjifna (Kamerun);
prof. Roman Nir (USA);
prof. Marite Opincane (Łotwa);
prof. R. R. Posada (Kolumbia);
prof. dr hab. Rostysław Radyszewski (Ukraina);
prof. dr hab. Nadija Skotna (Ukraina);
prof. Hellen Suzanne (Francja);
dr Marian Szablewski (Australia);
prof. Zdzisław Wesółowski (USA);
prof. Herkulan Wróbel (Argentyna);
prof. Jordan Zjawiony (USA)

Recenzenci 2011

prof. dr Léonce Bekemans (Włochy);
prof. dr hab. Tadeusz Borys;
prof. Pierre Boubou (Kamerun);
prof. zw. dr hab. Stanisław Dolata;
dr hab. Maciej Gitling, prof. AP;
dr hab. Teresa Grabińska, prof. UP im. KEN;
prof. zw. dr hab. Edward Jarmoch,
prof. nzw. dr hab. n. med. Piotr Korzekwa;
dr hab. Dariusz Walencik, prof. UO;
prof. dr hab. Mirosław Zabierowski;
dr hab. Ivan Zymomrya (Ukraina),
prof. dr hab. Mykoła Zymomrya (Ukraina)

© Copyright by Wydawnictwo „Educator”
Częstochowa 2011, wydanie I



Wydawnictwo Akademii Polonijnej w Częstochowie „Educator”
ul. Pułaskiego 4/6, 42-200 Częstochowa
tel. +48 34 368 42 15, fax +48 34 324 96 62
e-mail: wydawnictwo@ap.edu.pl, www.ap.edu.pl

SPIS TREŚCI

PRZEDMOWA	7
I MODELOWANIE W NAUKACH EMPIRYCZNYCH.....	15
O PRAWDZIWOŚCI I ADEKWATNOŚCI MODELI SYMULACYJNYCH	17
Teresa Grabińska	
TEORIA STATYSTYCZNEJ METODY WYBORU NAJLEPSZYCH	
OBIEKTÓW	27
Jan Mikiewicz	
MODELOWANIE ZACHOWANIA KOMÓREK NERWOWYCH	
W KONTEKŚCIE PROSTYCH SIECI NEURONOWYCH	41
Tomasz Spustek	
MODELOWANIE JĘZYKA W PARADYGMACIE NAUK EMPIRYCZNYCH.....	49
Dorota Zielińska	
MODELOWANIE RZECZYWISTOŚCI JAKO PRZEDMIOT EDUKACJI	65
Joanna Bartosik, Waldemar Korczyński	
THE INFLUENCE OF SPACE-TIME MODELS ON INTERPRETATION	
OF EMPIRICAL DATA	77
Mirosław Zabierowski	
MODELOWANIE PIĘKNA W ARCHITEKTURZE: MODEL TEORETYCZNY	
I SYMULACYJNY	85
Zenon Marciniak	
II MODELOWANIE W NAUKACH EKONOMICZNYCH	95
ECONOMIC MODELLING: HAYEK, KALECKI, STIGLITZ	97
Grażyna Musiał, Łukasz J. Mleczko, Jarosław Walla	
MODELE PROGRAMOWANIA STOCHASTYCZNEGO W PROBLEMACH	
GOSPODARCZYCH I SPOŁECZNYCH	117
Andrzej Z. Grzybowski	
ERROR ESTIMATION IN COEFFICIENT DETERMINATION	
OF THE MATHEMATICAL MODEL	129
Jan Čapek	
NIEPEWNOŚĆ I RYZYKO W DZIAŁALNOŚCI GOSPODARCZEJ	135
Ewa Dziel	
METODY ZARZĄDZANIA PŁYNNOŚCIĄ FUNDUSZY <i>VENTURE CAPITAL</i> ...	145
Piotr Zasepa	
IT W POLSKIM SYSTEMIE BANKOWYM	161
Piotr Smejda	

III	MODELOWANIE W NAUKACH TECHNICZNYCH	173
	MODELE MATEMATYCZNE W GOSPODARCE OBRONNEJ	175
	Henryk Spustek	
	SPECYFIKA MODELOWANIA INFORMACYJNO-DECYZYJNEGO W OBSZARZE INŻYNIERII LĄDOWEJ	183
	Janusz Szelka, Zbigniew Wrona	
	ANALIZA STRATEGICZNA W MODELOWANIU ROZWOJU SIŁ ZBROJNYCH RP	213
	Marek Strzoda	
	MODEL ZARZĄDZANIA ZASOBAMI STRAŻY GRANICZNEJ W SYTUACJACH KRYZYSOWYCH.....	227
	Barbara Kaczmarczyk, Robert Socha	
	KSZTAŁCENIE ŻOŁNIERZY A WSPÓŁCZESNY MODEL SPOJRZENIA NA HISTORIĘ	245
	Andrzej Rejowski	

PRZEDMOWA

Badanie rzeczywistości, niezależnie od jej przedmiotu wymaga (a) opisu. Opis może sprowadzać się do rejestracji faktów w tej rzeczywistości lub może być wyrażony w specjalnym języku interpretacji faktów. Język interpretacji faktów wymaga przyporządkowania przedmiotom opisywanej rzeczywistości pojęć językowych, a zatem zbudowania podstaw modelu teoretycznego badanej rzeczywistości. Podstawy te są punktem wyjścia do teoretycznego modelowania rzeczywistości, które pozwala na znajdowanie prawidłowości rządzących tą rzeczywistością, czyli na (b) wyjaśnianie. Rzeczywistość opisana oraz wyjaśniona staje się punktem wyjścia do budowania wymodelowanych przedmiotów, niejako naśladowujących przedmioty rzeczywiste. Naśladowniczo, czyli (c) budowanie modelu, może współcześnie być dwojaki - albo w postaci przedmiotu materialnego (np. urządzenia techniczne), albo przedmiotu wirtualnego (np. symulacje komputerowe).

W niniejszym tomie przedstawiamy czytelnikowi artykuły autorów zajmujących się modelowaniem w różnych dyscyplinach wiedzy teoretycznej oraz praktycznej. Pierwsza część tomu jest poświęcona modelowaniu w naukach empirycznych. Nauki empiryczne korzystają z modelowania w najszerszym zakresie. Powstanie mechaniki newtonowskiej pod koniec XVII w. wprowadziło - nowy typ wiedzy naukowej - zmatematyzowaną teorię przedmiotów zjawiskowych, która wkrótce stała się ideałem naukowego opisu rzeczywistości, a następnie fundamentem gwałtownego rozwoju techniki, czyli budowania modeli materialnych, opartych na modelach teoretycznych. Ostatnie półwiecze, wraz z rozwojem technik komputerowych, dostarczyło nowego narzędzia badania rzeczywistości zjawiskowej w postaci symulacji wirtualnych. Relacje między przedmiotem modelowanym a poszczególnymi fazami modelowania materialnego lub symulacyjnego są ważnym problemem badań metodologii nauki, rozumianej jako teoria wiedzy. Wyniki badań w tym zakresie dają możliwość przeniesienia konceptualizacji modelowej do sfer rzeczywistości przedmiotowej, które nie są wprost fizycznie dostępne, jak np. rzeczywistość przedmiotów astronomii pozagalaktycznej czy jeszcze bardziej pod tym względem egzotyczne - rzeczywistość języka naturalnego lub rzeczywistość architektonicznego piękna. Nowożytny wymóg ilościowego, a nie tylko jakościowego opisu przedmiotów zjawiskowych nie zawsze może zostać zrealizowany w postaci jednoznacznej, ściśle zdeterminowanej, charakterystyki liczbowej. Często możliwy jest wyłącznie opis probabilistyczny. Zmatematyzowaniu zjawisk praw-

dopodobnych służy statystyka matematyczna, która niezależnie od zastosowań rozwija się jako samodzielna gałąź matematyki.

Obecny powszechny dostęp do rzeczywistości wirtualnej pozwala na budowanie i modelowanie w niej obiektów zjawiskowych. Są to zabiegi znacznie bardziej efektywne niż podejmowane w rzeczywistości materialnej, wymagają znacznie mniejszych nakładów finansowych i energetycznych. Pozwalają na symulowanie struktur jednej rzeczywistości zjawiskowej (np. struktury neuronowe) i na przenoszenie tych symulacji do innych rodzajów rzeczywistości, podobnie zresztą, jak w przypadku modelowania teoretycznego, gdzie model mechaniczny może odwzorowywać konkretny ruch ciała (np. planety) w przestrzeni i czasie, ale też i ruch stawów organizmu lub ruch molekuł. Oprócz oczywistych pożytków operowania symulacjami w przestrzeni wirtualnej, stałe i bezrefleksyjne obcowanie z tą rzeczywistością może sprawiać wrażenie fałszywej rzeczywistości i wystarczalności fikcyjnych konstruktów symulacji. Dlatego konieczne jest zarówno rozwijanie świadomości hierarchii modeli, jak w metodologii nauk, oraz badanie spójności wymodelowanej rzeczywistości czy to teoretycznej, czy zwłaszcza - wirtualnej.

Druga część tomu jest poświęcona modelowaniu w naukach ekonomicznych. Złożoność mechanizmów i procesów gospodarczych powoduje, że rynek nie jest dostatecznie sprawnym narzędziem regulacji, w wyniku czego występują fluktuacje i cykle gospodarcze. Ekonomista chcąc wpływać na kształtowanie się zjawisk gospodarczych, przewidywać je i kontrolować zmuszony jest poznawać te zjawiska. W odkrywaniu i formułowaniu ilościowych praw ekonomicznych zasadniczą rolę odgrywa badanie statystycznych prawidłowości w kształtowaniu się procesu gospodarczego. Statystyczne badanie ilościowych prawidłowości ekonomicznych jest przedmiotem ekonometrii, która wywodzi się z połączenia trzech podstawowych nauk: matematyki, statystyki i ekonomii. Ważnym narzędziem analizy ekonometrycznej jest model ekonometryczny. Proces poznawania mechanizmu kształtowania się danego zjawiska ekonomicznego sprowadza się do budowy modelu tego zjawiska, statystycznej estymacji parametrów zbudowanego modelu oraz wnioskowania na podstawie modelu.

Do opisu wzrostu gospodarczego stosuje się różne teorie, np. teorię równań różnicowych i różniczkowych, teorię programowania dynamicznego, rachunek wariacyjny i teorię sterowania optymalnego. Z uwagi na to, iż teoria wzrostu gospodarczego pozostaje nadal w centrum zainteresowań teorii ekonomii, to warto przy tym podkreślić, iż obecnie dąży się do formułowania ekonomicznych praw oraz silniejszego powiązania teorii ekonomii

z naukami ścisłymi (fizyką, matematyką, informatyką) oraz społecznymi (socjologią, psychologią) i prawnymi.

Równie ważnym nurtem rozważań są kwestie wpływu polityki pieniężnej (pieniądza), a ogólniej funkcjonowania rynków pieniężnych i kapitałowych na wzrost gospodarczy. Problematyka ta nabiera, ze względu na współczesny ogólnościowy kryzys finansowy, szczególnie dużego znaczenia. Pomimo to pozostaje ona poza zasadniczym nurtem dyskusji o źródłach oraz mechanizmach wzrostu i rozwoju gospodarczego.

Modele ekonomiczne mogą być stosowane w celu wyjaśnienia oraz zilustrowania podstawowych teoretycznych zasad, mogą być używane do testowania, porównywania i oceniania różnych teorii makroekonomicznych, mogą być wykorzystywane do przygotowywania scenariuszy „co jeśli” (scenariusze takie służą zwykle do oceny możliwych skutków zmian w polityce pieniężnej, podatkowej lub innych politykach makroekonomicznych) i mogą być wykorzystywane do generowania prognoz gospodarczych. Dzięki temu możliwe jest precyzyjne przewidywanie przyszłego przebiegu badanych zjawisk i procesów w celu szeroko rozumianej optymalizacji i poszukiwania warunków stabilności dynamicznych systemów ekonomicznych.

Trzecia część tomu jest poświęcona modelowaniu w naukach technicznych, gdzie stosuje się zmatematyzowane modele teoretyczne i symulacyjne. Zadaniem modelowania matematycznego jest opis rzeczywistości w języku matematyki i logiki formalnej. Uniwersalizm języka, którym posługuje się matematyka, powoduje, że taki sam model może opisywać systemy różniące się w sposób zasadniczy między sobą, dotyczące zupełnie odmiennych dziedzin. Ciekawie o modelu matematycznym wyraził się Richard Feynman:

„[g]dy z punktu widzenia fizyki problem jest trudny, wtedy możemy radzić się matematyków – może oni zetknęli się z podobnymi problemami i mają już podobne metody dowodzenia? Może się również okazać, że matematycy jeszcze się tymi sprawami nie zajmowali. W takim przypadku sami musimy przeprowadzić dowody i następnie przekazać je matematykom”.

Wniosek, jaki nasuwa się z powyższego rozumowania wyraża stwierdzenie, że modele bywają interdyscyplinarne.

Modele matematyczne systemów powinny przede wszystkim spełnić wymagania zgodności z modelowanym systemem w zakresie interesujących nas zależności oraz powinny być łatwe w użytkowaniu, zgodnie z przeznaczeniem. Wymagania te są wzajemnie sprzeczne. Zbytnie uprosz-

czenie modelu może dać zniekształcony pogląd na rzeczywistość i prowadzić do fałszywych wniosków. Model zbyt skomplikowany, niespełniający drugiego wymagania, może okazać się bezużyteczny. Konieczny jest kompromis między dokładnością modelu a łatwością jego użytkowania.

Współczesne możliwości techniczne w dziedzinie informatyki sprawiają, że większość skomplikowanych pod względem matematycznym modeli systemów rzeczywistych można zaimplementować do postaci numerycznej. Umożliwia to wykonanie interesujących doświadczeń symulacyjnych pozwalających na uzyskanie bardzo szybko wyników, a ponadto istnieje niemal nieograniczona możliwość powtórzeń przeprowadzonych wcześniej doświadczeń, bez ponoszenia dodatkowych kosztów z tym związanych. Doświadczenia symulacyjne stosuje się niemal we wszystkich dziedzinach nauki, nie tylko w technice. Znane są eksperymenty symulacyjne przeprowadzane w bankowości, z zastosowaniem metod Monte Carlo, do określania zdolności kredytowej klientów banku, jak również do selekcji klientów ze względu na ich wiarygodność, przy użyciu metody Bellingera. Tymczasem metoda Bellingera jest również używana do analiz porównawczych urządzeń technicznych. Jest to wyraźny przykład, wskazujący na interdyscyplinarność metod i modeli stosowanych do opisu systemów rzeczywistych. Wspomagane komputerowo wielokryterialne analizy porównawcze, implementacja metod Monte Carlo do wyznaczania wielkości scharakteryzowanych poprzez skomplikowane wzory całkowe czy też równania i układy cząstkowych równań różniczkowych, dają niemal nieograniczone możliwości modelowania w zakresie technicznych aspektów problemów rozpatrywanych w medycynie, biofizyce i fizyce medycznej.

PREFACE

A scientific enquiry into reality entails, regardless of its object, (1) a description. Such a description may boil down to taking stock of the facts out there or it can be expressed in a special language interpreting those facts. Such an interpretive language entails ascribing linguistic concepts to the objects described, i.e. constructing foundations for a theoretical model of the reality under investigation. These foundations are a starting point for a theoretical modeling of reality, one that enables us to discover the regularities within that reality, i.e. to find (2) an explanation for it. The reality thus described and explained becomes a starting point for a construction of simulacra, i.e. models emulating, as it were, their real counterparts. This kind of emulation or (3) model-building can take two forms these days – either that of a physical object (e.g. technical installations) or that of a virtual object (e.g. computer simulations).

This volume contains articles by authors engaged in such modeling in different fields of theoretical and practical expertise. The volume's first part covers modeling in empirical sciences. It is empirical sciences that make the most extensive use of modeling as such. The emergence of Newtonian mechanics at the end of the 17th century introduced a new type of scientific knowledge – a mathematized theory of objectual phenomena, which soon became an ideal of a scientific description of reality and then a foundation for a rapid technological growth, i.e. for constructing material models based on theoretical ones. The second half of the 20th century, with its growth of computer science, provided a new tool for enquiring into phenomenal reality, i.e. virtual simulations. Relations between the modeled object and the stages of material or simulation modeling constitute an important issue for science methodology understood as a theory of knowledge. The outcome of scientific research in this area enables us to transfer model conceptualizations to those realms of physical reality which are not immediately accessible – such as, for instance, the realm of supra-galactic astronomy or, even more esoteric, the realm of the natural language or that of architectural beauty. The modern requirement of quantitative, and not merely qualitative description of objectual phenomena cannot be always satisfied in terms of unequivocal, strictly determined computed characteristics. In many cases it is only a probabilistic description that seems feasible. What facilitates the mathematizing of probable phenomena is mathematical statistics which,

regardless of its practical implementations, continues to develop as an autonomous branch of mathematics.

Today's widespread accessibility of virtual reality makes it possible to construct and model objectual phenomena within that reality. Such actions are much more effective than those undertaken within physical reality, requiring much smaller financial and energy inputs. They enable us to simulate the structures of one phenomenal reality (e.g. neuron structures) and to transfer such simulations to different kinds of reality – similarly to theoretical modeling wherein a mechanical model can trace not only a particular object's (e.g. a planet's) movement in space and time, but also that of bodily joints or of molecules. The obvious benefits of virtual-space simulations notwithstanding, the constant and unreflective exposure to virtual reality may create a false sense of authenticity and sustainability of the simulation's fictitious constructs. That is why it is necessary to cultivate one's awareness of the hierarchies among models, as it is done within scientific methodologies, and to keep examining the coherence of any model reality, be it theoretical or – even more so – virtual.

The volume's second part covers modeling in economic sciences. The complexity of economic mechanisms and processes makes the market an insufficient tool of regulation, resulting in fluctuations and economic cycles. An economist who wants to influence, predict, and control economic phenomena needs to be familiar with those complexities. An enquiry into statistical regularities manifest in economic processes plays a major role in discovering and formulating quantitative economic laws. Statistical enquiry into quantitative economic regularities is the aim of econometrics, which originates in combining three basic sciences: mathematics, statistics and economics. An important tool of econometric analysis is an econometric model. The process of discovering a mechanism behind a given economic phenomenon boils down to building a model of that phenomenon, i.e. a statistical estimation of the constructed model's parameters followed by inference based on that model.

For descriptions of economic growth diverse theories are applied, e.g. the theory of difference and differential equations, the theory of dynamic programming, the calculus of variations, and optimal control theory. As the theory of economic growth remains the focus of economic theory, it should be emphasized that today there is a strong tendency to formulate economic laws and to strengthen the links between economic theory, the exact sciences (physics, mathematics, computer science), the social sciences (sociology, psychology) and the legal sciences.

An equally important field of research comprises the influence of monetary policy, or that of the functioning of monetary and capital markets in general, on economic growth. Such research is becoming particularly relevant, given today's worldwide financial crisis. Still, it remains apart from the mainstream discussion about the sources and mechanisms of growth and economic development.

Economic models can be utilized to explain and illustrate basic theoretical tenets; they can be used to test, compare and evaluate different macroeconomic theories; they can be applied when preparing "what if" scenarios (such scenarios are usually relied upon when assessing the potential effects of proposed changes in monetary policy, taxation policy, or other macroeconomic policies), and they can be applied in generating economic forecasts. Thus they facilitate accurate predictions about future developments in the area under investigation aimed at broadly-conceived optimization and a search for stability requirements of dynamic economic systems.

The volume's third part covers modeling in technical sciences, wherein mathematized theoretical and simulation models are used. Mathematized modeling aims to describe reality in the language of mathematics and formal logic. The universality of the language of mathematics enables one and the same model to describe highly diverse systems pertaining to completely different fields. As Richard Feynman compellingly argues:

[I]f a given problem seems tough for physicists, then we can seek advice from mathematicians – perhaps they have come across similar problems and have arrived at related proof methods? It may also turn out that the mathematicians have not handled such problems before. If that should be the case then it is our turn to obtain the proofs and hand them over to the mathematicians."

The implied conclusion of the above reasoning is that models may be interdisciplinary.

Mathematical models of systems should first and foremost satisfy the requirement of compatibility with the modeled system as far as the relations under investigation are concerned, and should be easy to apply in accordance with their intended purpose. These requirements are mutually contradictory. Excessive simplification of a model may give us a falsified picture of reality, thus leading us to false conclusions. On the other hand, a

model which is too complicated, thus failing to meet the second criterion, may prove useless. What we need is a compromise between a given model's accuracy and the easiness of its application.

Today's technical potential of computer science makes it possible to implement in a numerical form most of the mathematically-complex models of real systems. This facilitates carrying out some interesting simulation experiments that yield quick results, at the same time enabling the modeler to repeat the experiment countless times without any additional costs. Simulation experiments are used in almost every branch of science, not just in technics. There have been well-known simulation experiments in banking, such as utilizing Monte Carlo methods to evaluate the bank clients' solvency, or applying the Bellinger method to select clients with regard to their credibility. Meanwhile, Bellinger's method has been also used for comparative analyses of technical installations. The latter example clearly attests to the interdisciplinary nature of methods and models utilized for descriptions of real systems. Computer-supported multi-criteria comparative analyses, implementation of Monte Carlo methods to determine values characterized by complicated numerical integrations or partial differential equations provide almost limitless possibilities of modeling in the realm of technical aspects of problems encountered in medical science, biophysics and medical physics.

I MODELOWANIE W NAUKACH EMPIRYCZNYCH

O PRAWDZIWOŚCI I ADEKWATNOŚCI MODELI SYMULACYJNYCH

ON TRUTHFULNESS AND ADEQUACY OF SIMULATION MODELS

Teresa Grabińska*

Abstract

There are considered computer simulation models. They are compared with nominal and material models in the traditional approach to research in physical science. Because they allow to experiment in virtual reality, they are very useful owing to the need of sustainable development. The problem of truth of 'know how' knowledge is raised.

1. Wstęp

Pojęcie modelu występuje najczęściej w naukach fizykalnych i technicznych, ale także w matematyce i logice. W artykule skupiono uwagę na dyskusowaniu modelowania symulacyjnego w naukach fizykalnych i technicznych. Autorka napisała o tym, że to co model oznacza, nie jest tylko przedmiotem analizy słownikowej, lecz zależy od stanowiska teoriopoznawczego (Grabińska, 1994). Zależy ono również od praktyki badawczej, bowiem w epoce komputerowego symulowania rzeczywistości zjawiskowej reprezentacja w postaci modelu symulacyjnego (Zabierowski, 2010) zastępuje przedmiot (obiekt) zjawiskowy (OZ).

Podobnie, jak doświadczenia na materialnej reprezentacji przedmiotu zjawiskowego i na modelu realnym lub materialnym zawsze dostarczały wiedzy o przedmiocie zjawiskowym, tak współcześnie tę funkcję coraz częściej pełnią „eksperymenty” w rzeczywistości wirtualnej, „wykonywane” na modelach symulacyjnych. Oczywiście, każdy model można by nazwać symulacją z powodu tego, że każdy konstrukt (materialny lub nominalny) tylko przypomina, symuluje cechy i działanie OZ, jest do OZ podobny pod jakimś względem. W tym artykule model symulacyjny jest rozumiany – w wąskim znaczeniu - jako symulacja komputerowa OZ w rzeczywistości

* dr hab. Teresa GRABIŃSKA, prof. Wyższej Szkoły Oficerskiej Wojsk Lądowych, Wrocław.

wirtualnej, przy czym OZ nie musi być obiektem fizycznym, lecz może być skonceptualizowanym systemem działania¹ jako takiego, także ludzkiego.

Zrównoważony rozwój wymaga interdyscyplinarnego podejścia (Urbaniec, 2009). Stąd „eksperymentowanie” na modelach symulacyjnych wychodzi naprzeciw zasadom zrównoważonego rozwoju.

2. Model symulacyjny w perspektywie typologii modeli

Autorka opracowała już wcześniej (Grabińska, 1994) klasyfikację modeli, którą w dalszym ciągu rozwija. Zgodnie z tym jako model *nominalny* należy definiować reprezentację obiektu (przedmiotu) zjawiskowego w postaci układu symboli lub założeń idealizacyjnych o strukturze i/lub funkcji przedmiotu zjawiskowego. Modelem *materialnym* obiektu zjawiskowego można nazwać inny przedmiot zjawiskowy, który reprezentuje pewne istotne z punktu widzenia badań cechy OZ, np. kształt (jak w komorze aerodynamicznej); inne cechy w modelu materialnym mogą zostać zmienione (jak wielkość) lub pominięte (jak charakterystyki materiałowe), o ile nie mają wpływu na badane właściwości OZ. Przyjmuje się zatem założenie o niezależności poszczególnych właściwości, wcześniej wyprowadzone indukcyjnie (w wyniku indukcji eliminacyjnej) lub uzyskane na podstawie badań teoretycznych.

Aby powstał model materialny, OZ przedtem musi zostać poddany *konceptualizacji*, czyli wyabstrahowaniu jego pewnych cech. Konceptualizacja może się odbyć już na gruncie teorii danej rzeczywistości przedmiotowej, do której OZ należy (na bazie specjalnego teoretycznego języka opisu na poziomie abstrakcji, bliskim drugiemu poziomowi Platońskiej hierarchii abstrakcji), albo może być wynikiem abstrahowania na pierwszym poziomie Platońskiej abstrakcji - abstrahowania zjawiskowego. W konsekwencji konceptualizacji pierwszego rodzaju powstaje model *teoretyczny* w sensie uściślonym przez autorkę jako eksplanans (*explanans*) wyjaśniania teoretycznego (Grabińska, 1993). Model teoretyczny jest rodzajem modelu nominalnego. Model materialny, jak i model symulacyjny są pochodnymi w stosunku do modelu nominalnego, a relacja między modelem materialnym a nominalnym to *realizacja*, natomiast relację między modelem symulacyjnym (ale także przedstawieniem graficznym) a modelem nominalnym nazywa się *interpretacją* lub modelem *quasi-materialnym* (Grabińska, Zabie-

¹ Np. w teorii systemów i analizie systemowej (Kondratowicz, 1978; Kołodziński, 2002).

rowski, 2008). Mirosław Zabierowski zwykł nazywać ją *P_s-protomodelem*, symulacyjnym modelem pogładowym (Zabierowski, 2010).

W artykule tym przedstawiony zostanie status modeli symulacyjnych, bez uwzględnienia rozważań na temat modeli matematycznych, mieszaných, pogładowych, kauzalnych, zmatematyzowanych, o których napisano już w innych publikacjach (Grabińska, 1994; Grabińska, Zabierowski, 2008). Gdy dochodzi do budowania modeli symulacyjnych, to postępowanie wygląda podobnie, jak przy budowie modelu materialnego. Najpierw dokonuje się konceptualizacji OZ. W tym celu trzeba wybrać odpowiednią aparaturę pojęciową (teorii empirycznej, matematycznej lub opisu fenomenologicznego²), która pozwoli cechy OZ, relacje między cechami OZ, zmienność OZ przedstawić w określonym języku, w oderwaniu (abstrakcji) od OZ.

Abstrakcja może zostać dokonana przed zabiegiem analogii (porównywania), jak i po tym zabiegu. Jeśli dąży się do czysto praktycznego wykorzystania obiektu OZ, to abstrakcja zwykle poprzedza analogię. Wyabstrahowane właściwości (ze względu na cele praktyczne) są następnie porównywane jako podobne (analogia pozytywna) lub niepodobne (analogia negatywna) do obiektów teoretycznych lub matematycznych. Powstaje w ten sposób analogiczny model myślny (AOM) (Grabińska, 2008). Jeśli natomiast dąży się do sprawdzania predykcji teoretycznych (weryfikację teorii), to abstrakcja następuje po analogii. Najpierw należy porównać OZ z jego możliwym odwzorowaniem w teorii (dopasowujemy teorię do niego), a potem dokonać abstrakcji na gruncie wybranej teorii. Po zabiegu abstrakcji następuje zabieg idealizacji ze względu na obiekt teoretyczny (ustala się warunki idealizacyjne ze względu na teorię c^T) lub matematyczny, czyli przedstawienie obiektu OZ w postaci należącej do rzeczywistości teoretycznej (myślnej), a nie zjawiskowej.

Słów parę wymaga naświetlenie stosunku teorii do modelu. Jak już napisano (Grabińska, 2004), gdy chodzi o teorię empiryczną (fizykalną), to należy założyć, że istnieje kilka teorii fizykalnych, a inne opisy teoretyczne są *modelami o różnych (zhierarchizowanych) zakresach* przedmiotowych. Wtedy jest sens mówić o modelu teoretycznym jako o eksplanansie, który jest wyrażony w języku teorii, ale składa się nie tylko z praw teorii L lecz koniecznie z warunków idealizacyjnych (ze względu na zjawisko c^T), definicji D (przekładów właściwości OZ na język teorii), warunków aproksymacyjnych c^A (ze względu na matematyczne zadania w tzw. „rozwiązywa-

² Termin „fenomenologiczny” odnosi się tu do jego rozumienia w fizyce, a nie w filozofii, czyli do do zmysłowego oglądu zjawiska.

niu” modelu) i hipotez *H*. Tak rozumiany model teoretyczny znacząco wzbogaca teorię (semantycznie i często matematycznie) o zabarwienie znaczeniami, wynikającymi z idealizacji, definicji, hipotez i aproksymacji. W przypadku modeli symulacyjnych sprawa staje się bardziej złożona, bo kolejna symulacja nie tyle wpływa zwrotnie na teorię, ile sama z siebie generuje rzeczywistość obiektów symulowanych (OS), na których dokonuje się kolejnych badań w modelowaniu symulacyjnym. Konstrukt myślowy w postaci modelu teoretycznego, to nie to samo, co konstrukt OS, za pośrednictwem programowaniem.

3. Status naukowości wiedzy opartej na modelowaniu symulacyjnym

W modelowaniu symulacyjnym często skupia się uwagę na ilościowej charakterystyce OZ, a jak to wielokrotnie było zaznaczane, a „[s]ama umiejętność wykonania pomiaru [na OZ czy na OS], wskazania na to, co się mierzy, obliczenia za pomocą wzorów na podstawie danych pomiarowych, to za mało, aby zabiegi te miały charakter naukowy” (Zabierowski, 2008, s. 13), jeśli kryterium naukowości, jak w greckiej tradycji wiedzy pojęciowej, wymaga odniesienia wszystkich tych czynności do aparatury teoretycznej. Stąd tym bardziej aktualne staje się pytanie o status naukowości wiedzy umiejętnościowej *know how*.

Modele symulacyjne tworzą raczej wiedzę *know how*, umiejętnościową, o celach instrumentalnych (bądź deskryptywnych), niż wiedzę teoretyczną o celach poznawczych, taką, której terminy wywodzą się z ontologii, matematyki i empirii (Ajdukiewicz, 1985; Zabierowski, 2008; Zabierowski, 2010). Jak opisać rzeczywistość obiektów zjawiskowych (zwykle w celach utylitarnych), a nie jaką prawdę ogólną lub szczegółową o nich można uzyskać w wyniku badania - oto pierwszorzędne zadania modelowania symulacyjnego. Z punktu widzenia realisty teoriopoznawczego, modelowanie symulacyjne na razie bardziej oddala niż przybliża realistyczne funkcje wiedzy naukowej. Niemniej jednak modelowanie symulacyjne ma także korzyści, nie tylko z punktu widzenia praktycznego (uitylitarnego).

Pierwszą korzyścią jest to, że w modelowaniu teoretycznym (jak również w konstrukcji matematycznej) w fazie konceptualizacji występuje wyodrębnienie OZ z tła innych obiektów, wydzielenie go ze środowiska przez nadanie mu cech indywidualnych (Grabińska, 2006/2007). W modelowaniu symulacyjnym tak być nie musi. OZ może być rozpatrywany w swej zmienności wraz z otoczeniem. Sprzyja to równoczesnemu badaniu OZ w środowisku, a więc wzajemnych, zwrotnych wpływów środowiska na obiekt, co

czyni modelowanie symulacyjne istotnym w badaniach systemów, także biologiczno-społeczno-technologicznych, w ustalaniu praktycznych zasad zrównoważonego rozwoju, przy czym owe zasady nie muszą odzwierciedlać skuteczności technicznej czy ekonomicznej, lecz mogą być odniesione do wartości, takich jak ochrona środowiska naturalnego, bezpieczeństwo personalne człowieka, wartości estetyczne otoczenia.³

Współcześnie rozwija się modelowanie obiektów zjawiskowych w języku geometrii fraktalnej (Mandelbrot, 1977; Grabińska, 1986a; Grabińska, 1986b). W pierwszej fazie otrzymuje się przedstawienie modelowanej struktury lub/i funkcji w zaawansowanym już obecnie języku tej geometrii. Wynik tej fazy to P_s , następnie zaś procedury komputerowe pozwalają przekładać P_s na określone miary podobieństwa do OZ i w ten sposób badać komputerową symulację OS, a nie sam OZ. Drugą korzyścią modelowania symulacyjnego jest zatem możliwość badania OS zamiast OZ, gdy OZ jest (1) niedostępny bezpośrednio eksperymentowaniu (np. w przypadku obiektów astronomii pozagalaktycznej⁴); (2) badanie wprost OZ zagrażałoby życiu lub zdrowiu, jak w przypadku badania struktury lub funkcji organów ludzkich (Walecki, Trąbka, 2008); (3) wydatki na badania bezpośrednie są zbyt duże, badania są materiałochłonne lub/i energochłonne, jak w programie kosmicznym lub w innych problemach technicznych czy gospodarczych (np. Garncarek, 2008, Grzybowski, 2002); (4) badanie bezpośrednie OZ niszczy środowisko naturalne (jak w przypadku obecności substancji chemicznych w środowisku wodnym).

4. Modele symulacyjne a protomodelowanie

Słusznie twierdzi Zabierowski, że wraz z rozwojem technik komputerowych protomodele symulacyjne P_s odgrywają coraz większą rolę. Przedrostek *proto* nie oznacza mniejszej wagi protomodelowania w stosunku do modelowania. Protomodele mają należeć do protonauki w następującym porządku. Jeśli za naukę przyjąć wiedzę pojęciową, uteoretyzowaną

³ Por. prace Zenona Marciniaka i Mirosława Zabierowskiego o wzajemnych zależnościach między celami praktycznymi i estetycznymi w projektowaniu architektonicznym i urbanistycznym (np. Marciniak, Zabierowski, 2007a; Marciniak, Zabierowski, 2007b).

⁴ Por. o modelach kosmograficznych w Grabińska (1986a, 1986b) i Zabierowski (1988), w których charakterystyczne dla wiedzy pojęciowej i wyjaśniającej *know why* jest wyraźnie zastępowane postulatami wiedzy umiejętnościowej *know how*.

(z uspołnioną na ile można aparaturą pojęciową), zmatematyzowaną, o funkcjach wyjaśniających, to protonauka pozostaje do niej w określonej relacji. Nie musi być rozumiana jako chronologicznie wcześniejsze stadium nauki, jak to jest w P_M -protomodelu, czyli w wyniku konfrontacji OZ wprost z ontologią (Zabierowski, 2010). Protonauka może pozostać w fazie wiedzy umiejętnościowej, gdy pełni ona bardziej funkcje opisowe, diagnostyczne, terapeutyczne czy instrumentalne. O ile uteoretyzowana wiedza pojęciowa nie jest wtedy celem poznania, o tyle sama poglądowość protonauki lokuje ją jako konieczny fundament nauki - wiedzy wyrażonej w zdyscyplinowanym języku i zmatematyzowanej. Samo zmatematyzowanie, jak już wspomnieliśmy, nie zabezpiecza tak rozumianego statusu nauki. Kolejnym świadectwem tego są modele symulacyjne przeróżnych struktur, które bazują na geometrii fraktalnej lub na innych koncepcjach matematycznych i nie odwołują się do żadnej teorii owej struktury. Model symulacyjny pełniłby także funkcję modelu *poglądowego*, który „oznacza system twierdzeń charakteryzujących obraz opisywanego przedmiotu /.../, zwykle wyrażonych w języku naturalnym, o specjalnie zmodyfikowanych znaczeniach terminów, wzbogaconym czasem o pojęcia matematyczne” (Grabińska, 2010, s. 129), przy czym język naturalny byłby tu modyfikowany językiem interpretacyjnym symulacji.

5. Dylematy realisty poznawczego w laboratorium rzeczywistości wirtualnej

W punkcie 3 tego artykułu wspomniano już, że modelowanie symulacyjne, nawet gdy jest oparte na złożonym opisie matematycznym, teoretycznym, nie mówiąc już o złożoności przekładu na język programowania, wzbogaca wiedzę umiejętnościową, nie zaś teoretyczną. „Eksperymenty” na symulowanym OZ dostarczają podobnego rodzaju wiedzy, jak eksperymenty w laboratorium badającym OZ lub model materialny obiektu zjawiskowego. Oczywiście, że działa zasada indukcji i że powtarzalność wyników prowadzi do uogólnień lub weryfikacji tez teoretycznych. W tym sensie badanie OS wzbogaca opis OZ. Czy jednak wzbogaca teorię? Mogłoby, ale nie ma takiej potrzeby, bo w eksperymencie na modelu symulowanym komputerowo zadaje się inaczej pytania. Rzadziej z piętra teorii, bo częściej dyktuje je sama praktyka badawcza i narzędzie w postaci komputera o nieporównywalnych możliwościach zmiany warunków eksperymentu w przestrzeni wirtualnej. W języku antyrealistów wyniki badań OS zwiększają moc deskryptywną, a nie moc wyjaśniającą.

W przypadku badań OS mamy do czynienia ze wzmożeniem sytuacji, na którą wskazywał Paweł Zeidler w przypadku eksperymentowania w tradycyjnym laboratorium, jako że „istotne stają się rozważania, dotyczące istnienia tych postulowanych przedmiotów teoretycznych, które odgrywają istotną rolę w praktyce eksperymentalnej, oraz rozważania statusu poznawczego tych konceptualnych narzędzi poznania naukowego, które umożliwiają eksperymentowanie” (Zeidler, 2003, s. 105-106). Jest to zbieżne ze stanowiskiem tzw. nowego eksperymentalizmu, który realizm poznawczy ogranicza wyłącznie do takich narzędzi badawczych (w tym wybranych narzędzi teoretycznych, tzw. *narzędzi konceptualnych*), które bezpośrednio pozwalają manipulować rzeczywistością badanego przedmiotu (Hacking, 1983). Taki wybiórczy realizm jest nie do utrzymania, co uzasadniono w odniesieniu do propozycji Nancy Cartwright w innych publikacjach (Grabińska, 1993; Grabińska, 2001). W nurcie nowego eksperymentalizmu bardziej zdają się być przekonujące poglądy Allana Franklina (Franklin, 1999), który argumentuje na rzecz *całościowego* realizmu laboratoryjnego, gdzie dopuszcza się nie tylko realizm narzędzi konceptualnych i odpowiadających im przedmiotów, ale także praw teoretycznych. Stanowisko Franklina nie jest jednak już tak jasne, gdy zapytamy o realizm narzędzi przetwarzania komputerowego w stosunku do rzeczywistości OZ.

Jakiego rodzaju usystematyzowanej wiedzy dostarczają badania OS? Nie jest ich celem tworzenie teorii, choć mogłyby być na tej samej zasadzie (niekoniecznie czystej indukcji), jak badania OZ mogą prowadzić do teorii. Celem tych badań jest sprawne sterowanie i manipulowanie OZ za pomocą narzędzi, jakich dostarcza modelowanie symulacyjne. Dużo bardziej zaangażowane jest w tym przypadku myślenie analogiczne niż myślenie abstrakcyjne, które prowadzi do teorii. Modelowanie symulacyjne naturalnie może generować prawa fenomenologiczne. Tradycyjnie prawa fenomenologiczne są „uogólnieniami indukcyjnymi i ich prawdziwość jest z jednej strony ograniczona przez skończoność ewidencji zachodzenia poszczególnych przypadków zjawiska, z drugiej zaś przez warunki analogiczności przypadków” (Grabińska, 2001, s. 320). Komputerowe symulacje technicznie (wykonawczo) znoszą owe ograniczenia ewidencyjne i analogizujące. Tym bardziej zatem modelowanie symulacyjne skłania do poprzestania na formułowaniu praw fenomenologicznych. Potrzeba teoretycznego wyjaśniania praw fenomenologicznych staje się zbędna, gdy celem wiedzy umiejętnościowej jest praktyczne zastosowanie (i to w trybie niejako doraźnym, co umożliwiłoby komputerowe przetwarzanie danych), nie zaś poszukiwanie obrazu świata.

Z tym, że praw czysto fenomenologicznych nie ma, na rzecz czego autorka już wielokrotnie argumentowała.

Należy podkreślić, iż prawie 30 lat dyskusji z mało precyzyjnymi i mało konkluzywnymi stwierdzeniami o realistyczności lub nierealistyczności wiedzy naukowej w ramach różnych odłamów nowego eksperymentalizmu w dużym stopniu jest już faktycznie przeszłością. Ważną kwestią jest obecnie przemyślenie aktualnego eksperymentalizmu w laboratorium rzeczywistości wirtualnej, jak i kryterium prawdziwości komputerowych modeli symulacyjnych. Proste kryterium użyteczności symulacji komputerowych (adekwatności) nie jest tu wystarczające, bowiem nigdy „nie powstałyby one, gdyby nie teoria obiektów modelowanych i gdyby nie teorie przekazywania i przetwarzania informacji, a w końcu teorie urządzeń technicznych, z których komputer jest zbudowany” (Grabińska, 2001, s. 324).

LITERATURA

- Ajdukiewicz K., Metodologiczne typy nauk. W: Ajdukiewicz K., Język i poznanie. Tom 1, PWN, Warszawa 1985, s. 287-313.
- Franklin A., Can that be right? Essays on Experiment, Evidence, and Science. Kluwer Acad. Press, Dordrecht-Boston-London 1999.
- Garncarek Z., Propozycja jakościowej klasyfikacji struktur pęcherzykowych. „Annales Academiae Paedagogicae Cracoviensis” 60. Modelowanie w nauce. Wydaw. Nauk. Akad. Pedagog., Kraków 2008, s. 72-84.
- Grabińska T., Teoria, model, rzeczywistość. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1993.
- Grabińska T., O modelach zjawisk i rzeczy. „Cosmos-Logos II”, Model i interpretacja. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1994, s. 37-34.
- Grabińska T., Self-similarity technique and distribution of mass in astronomical aggregates. „Geodezja” 87 (1986), s. 84-85. Wydaw. AGH, Kraków 1986 (a).
- Grabińska T., On philosophical assertions in cosmology. W: Hunt J.J. (ed), Cosmos - an Educational Challenge. European Space Agency, Paris 1986, s. 333-336 (b).
- Grabińska T., Jak nie kłamią prawa teoretyczne? “The Pecularity of Man”, vol. 6, Tradycyjne i współczesne systemy wartości. Przeciwnieństwo drugie: 'Prawda i Fałsz'. Wyd. Zakł. Antropol. Hist. Inst. Archeol. Uniw. Warsz. i WziA Akad. Świętok., Warszawa-Kielce 2001, s. 319-325.

- Grabińska T., O substracie skłonnościowym i może-zonach. „Fundamenty”, 4 (2006/2007), s. 38-39.
- Grabińska T., Intelktualne zabiegi modelowania a piękno obiektu zjawiskowego. „Annales Academiae Paedagogicae Cracoviensis” 60, Modelowanie w nauce. Wydaw. Nauk. Akad. Pedag., Kraków 2008, s. 29-36.
- Grabińska T., Teorie skłonności jako ontologia i protonauka. „Filozofia Przyrody i Nauk Przyrodniczych” 3, Pogranicza nauki. Protonauka-Paranauka-Pseudonauk. Wydaw. KUL, Lublin 2010, s. 115-130.
- Grabińska T., Zabierowski M., Typologia modeli w naukach empirycznych. „Annales Academiae Paedagogicae Cracoviensis” 60, Modelowanie w nauce. Wydaw. Nauk Akad. Pedag., Kraków 2008, s. 3-10.
- Grzybowski A.Z., Metody wykorzystania informacji a priori w estymacji parametrów regresji. Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Seria Monografie, No 89, Częstochowa 2002.
- Hacking I., Representing and intervening. Cambridge Univ. Press, Cambridge 1983.
- Kołodziński E., Symulacyjne metody badania systemów. Wydaw. Nauk. PWN, Warszawa 2002.
- Kondratowicz L., Modelowanie symulacyjne systemów. WNT, Warszawa 1978.
- Mandelbrot B.B., Fractals. Form, Chance and Dimension. W.H. Freeman and Co., San Francisco 1977.
- Marciniak Z., Zabierowski Z., Przedmiot nauk empirycznych a przedmiot estetyki. „Idea”, XIX (2007), s. 115-126 (a).
- Marciniak Z., Zabierowski M., Obiektywizm i subiektywizm w ocenach estetycznych. „Episteme”, 4 (2007), s. 125-134 (b).
- Urbaniec M., Wpływ innowacji ekologicznych na rozwój zrównoważony. W: Sidorczuk-Pietraszko, E. (red.), Funkcjonowanie przedsiębiorstw w warunkach zrównoważonego rozwoju i gospodarki opartej na wiedzy. Wyd. Wyższej Szkoły Ekonomicznej w Białymstoku, 2009, s. 57-65.
- Walecki P., Trąbka J., Lakunarność i inne miary fraktalne w neuroobrazowaniu. „Annales Academiae Paedagogicae Cracoviensis” 60, Modelowanie w nauce. Wydaw. Nauk. Akad. Pedag., Kraków 2008, s. 85-93.
- Zabierowski M., Anthropomorphism and cosmographic principle on the Mandelbrot approach. „Astrophysics and Space Science”, 141 (1988), s. 333-338.

- Zabierowski M., Metoda naukowa mechaniki newtonowskiej a kryterium demarkacji. „Annales Academiae Paedagogicae Cracoviensis” 60, Modelowanie w nauce. Wyd. Nauk. Akad. Pedag., Kraków 2008, s. 11-20.
- Zabierowski M., Pojęcie protomodelu w naukach empirycznych. „Filozofia Przyrody i Nauk Przyrodniczych”, 3, Pogranicza nauki. Protonauka-Paranauka-Pseudonauka. Wydaw. KUL, Lublin 2010, s. 131-139.
- Zabierowski M., Mathematical versus physical meaning of classical mechanics quantities. „Apeiron”, 17 (2) (2010), s. 173-182.
- Zeidler P., 'Homo experimentator' a spór o realizm laboratoryjny. W: Zeidler P., Sobczyńska D. (red.), Homo experimentator. Wydaw. Naukowe, IF UAM, Poznań 2003, s. 105-137.

TEORIA STATYSTYCZNEJ METODY WYBORU NAJLEPSZYCH OBIEKTÓW

THEORY OD STATISTICAL SELECTION METHOD OF THE BEST OBJECTS

Jan Mikiewicz*

Abstract

The aim of this paper is to support the decision processes in many realms of human life, especially in socio-economical problems. The quantitative approach to this task is possible by using the mathematised model based on the notion of generalised similarity: this is defined as the distance in Euclidean space, where with each considered object corresponds the point in this space, which coordinates represent the quantitative features of object. Because features of objects are often burdened by errors (of measurement or others) this method must be often considered as the statistical. The theorem (9) enables to calculate easy the probability a posteriori of the statement, that one of the considered objects is the most close to the ideal object defined a priori (by the deciding subject). This method was published by myself primarily in 1977.

1. Wstęp

Statystyczna Metoda Wyboru Najlepszych Obiektów (SMWNO) została już opisana (Mikiewicz, 1977, 1987 i inne), jednak jej opis dotyczył głównie strony praktycznej - samej idei (Mikiewicz, 2008) i zastosowań metody w badaniach naukowych i technicznych. Na gruntowny opis teorii nie było w tych pracach po prostu miejsca. Obszerną pracę o teorii, w szczególności dowód twierdzenia 1 (Mikiewicz, 1977), autor planował opublikować już w latach 80. XX w.

Niniejszy artykuł jest pewnym ulepszeniem, chociaż pod tym samym tytułem. Należy stwierdzić, iż niektóre pojęcia i owo twierdzenie 1 są nieoczekiwane dla niektórych matematyków zajmujących się statystyką matematyczną, dlatego w dalszej części zostaną bliżej przedstawione.

Centralnym zagadnieniem omawianej tu metody jest wspomniane twierdzenie 1, które autor wykorzystał np. w zastosowaniu do chemii (Mikiewicz, 1990), przy czym dowód nie został opublikowany. Twierdzenie wraz

* dr Jan MIKIEWICZ, emerytowany adiunkt Politechniki Wrocławskiej.

ze szkicem dowodu zostało wygłoszone w referacie w Pradze w 1974 r. (Mikiewicz, 1977). Wprawdzie już wcześniej autor pisał o SMWNO, ale bez tego twierdzenia, opierając się tylko na metodzie obszarów ufności, co nie dostarczało mocnej metody dla celów praktycznych. Dostarcza jej dopiero twierdzenie 1, oparte na rozkładach Studenta *a posteriori*, z których otrzymuje się rozkład Behrensa-Fishera (Box, Tiao, 1973). Szukane na podstawie twierdzenia 1 prawdopodobieństwo (bardzo wysokie) zostało łatwo obliczone (Mikiewicz, 1990), zgodnie ze wzorem (20) (Mikiewicz, 1977).

Podstawowym pojęciem, na którym opiera się dowód omawianego twierdzenia, jest pojęcie obrotowej niezależności. Niektórzy matematycy mogą sądzić, iż autor źle nazywa obrotową niezmienniczość. Otóż pojęcie zaproponowane przez autora ma węższy zakres i jest tutaj niezbędne. Dla przykładu, prawdopodobieństwo rozłożone równomiernie na torusie daje w jego płaszczyźnie rozkład obrotowo niezmienniczy, ale nie niezależny, gdzie niezależność oznacza niezmienniczą niezależność rozkładów brzegowych. Liczba wymiarów rozkładu jest tu dowolna. Trzeba jednak dodać, iż jedyny rozkład, który spełnia ściśle ten warunek, to rozkład normalny, jednak w praktyce można korzystać z rozkładów zbliżonych do normalności, spełniających w przybliżeniu ten warunek. Należy tu wykorzystać rozkłady Behrensa-Fishera (Box, Tiao, 1973, s. 90) z dość licznymi stopniami swobody (Mikiewicz, 1977, wz. (7)). Rozkłady te opierają się na postulacie Bayesa z rozkładami równomiernymi *a priori* o dyspersji dążącej do nieskończoności.

Drugim istotnym pojęciem w dowodzie jest pojęcie obrotu lunarnego. Jak wiadomo, Księżyc jest w swym obiegu zawsze zwrócony tą samą powierzchnią do Ziemi. Wyobraźmy sobie płaszczyznę przyszpiloną do Księżyca, gdzieś w okolicy Krateru Kopernika - tak, że jest prostopadła do prostej łączącej środek Księżyca ze środkiem Ziemi. Mimo obrotów, jest ona w takim samym położeniu względem Ziemi. Można to pojęcie rozciągnąć na przestrzeń n -wymiarową przez walcowanie (Mikiewicz, 1977). Jeśli wyobraźmy sobie rozkład obrotowo niezależny z centrum w środku Ziemi, to zauważyć można, że wspomniana płaszczyzna zawsze rozdziela w przestrzeni, mimo obrotów, takie same prawdopodobieństwa. Przez walcowanie można to prawo przenieść do n wymiarów, używając nazwy hiperpłaszczyzna.

Układ nierówności wyznaczający obiekt najlepszy, odpowiada w n wymiarach stożkowi nieograniczonemu, którego ścianami są hiperpłaszczyzny ograniczające. Prawdopodobieństwo rozłożone na tym stożku to szukane prawdopodobieństwo wyboru. Niedogodnością jest fakt, iż hiperpłaszczyzny te są nachylone do siebie pod kątami rozwartymi (Mikiewicz, 1977). Doprowadzenie ich do ortogonalności pozwoli, ze względu na własności

rozkładu, łatwo obliczyć to prawdopodobieństwo jako iloczyn. Jednakże tu potrzebny jest lemat pokazujący, że doprowadzenie tych hiperpłaszczyzn do ortogonalności zmniejsza prawdopodobieństwo na przekształconym stożku, a więc prawdopodobieństwo zdefiniowane lewą stroną nierówności (9) w pracy niniejszej i nierówności (20) (Mikiewicz, 1977).

Trzecim istotnym pojęciem, a właściwie wyjściowym, jest podobieństwo (Mikiewicz, 2008). Punktem wyjścia jest tu koncepcja Jana Czekanowskiego przedstawienia osobników (ogólnie: przedmiotów) za pomocą punktów przestrzeni wielowymiarowej (euklidesowej) cech. To pozwala określić podobieństwo przedmiotów jako ich odległość w tej przestrzeni. I to budziło sprzeciw niektórych matematyków. Rozważmy szkolne podobieństwo trójkątów. Można je przedstawić za pomocą cech, czyli jako punkt w trójwymiarowej przestrzeni: dwa kąty i bok. Gdy pominiemy różnicę skali, trójkąty stają się identyczne. Zaproponowane tu przez autora podobieństwo jest ogólniejsze, gdyż uwzględnia też różnice w kątach. Kontrowersyjne podobieństwo kota i tygrysa można wyjaśnić w ten sam sposób.

Każdy obraz można rozłożyć na trójkąty, co się nazywa triangulacją (w przestrzeni wielowymiarowej mówimy o sympleksach - rozkład symplcjalny). Gdy w triangulacjach kota i tygrysa pominiemy różnicę w skali, stwierdzimy intuicyjnie duże ich podobieństwo. Po triangulacji obu stwierdzimy obiektywnie małe różnice w kątach, co da małą odległość w przestrzeni cech. W omawianej tu metodzie wyboru, wybieramy ten przedmiot rzeczywisty, który jest najbliższy w przestrzeni cech przedmiotowi idealnemu, ustanowionemu przez nas arbitralnie. Jeśli np. za ideał uznamy (ustanowimy) tygrysa, to pomijając cechę skali, za pomocą naszej metody, w sposób obiektywny, jako najlepszy obiekt uzyskamy kota. Możemy to otrzymać z dużym prawdopodobieństwem.

2. Zagadnienie deterministyczne

Nieraz mamy trudności z wyborem spośród różnych przedmiotów. Jeśli np. późną porą zauważy się brak chleba i znajdzie się nocny sklep, to można stwierdzić po chwili, że ma on tylko dwa rodzaje chleba: biały i razowy. Jeden i drugi ma różne walory: odżywcze, zdrowotne, smakowe, cenowe. Można zatem się chwilę wahać, który z nich kupić? Jest to stosunkowo łatwe zadanie. Inaczej jest, gdy mamy wiele przedmiotów i wiele ich cech nas interesuje.

Weźmy pod uwagę problem kraju, który musi wybudować nową elektrownię o dużej mocy. Ma do wyboru: węglową, spalinową, gazową, wia-

trową czy też atomową. Każdy wybór pociąga za sobą poważne konsekwencje. Dotąd w takich sprawach toczyły się długotrwałe dyskusje w różnych gronach, które jednak nie zapewniały optymalnego wyboru. Można tu założyć (co nie zawsze jest słuszne), że cechy obiektów, czyli tu różnego typu parametry elektrowni są dobrze znane, a więc wykluczamy losowość. Wtedy można zastosować wspomniane pojęcie podobieństwa i wybrać obiekt najbliższy w przestrzeni cech obiektowi idealnemu.

Należy przyjąć (Mikiewicz, 2008), że każdy obiekt może być, za pomocą cech mierzalnych, które nas interesują, przedstawiony jako punkt w wielowymiarowej przestrzeni cech \mathbb{R}^n . Stąd już krok do określenia uogólnionego pojęcia podobieństwa jako odległości w tej przestrzeni, co było omówione we Wstępie. Jeśli tak, to można stworzyć metodę wyboru polegającą na wyznaczeniu arbitralnie w tej przestrzeni „obektu idealnego”, czyli takiego, który by nam najbardziej odpowiadał ze względu na rozpatrywany zbiór cech. Wtedy spośród obiektów realnych można wybrać ten, który w \mathbb{R}^n jest najbliższy idealnemu, czyli jest doń najbardziej podobny. Trudności matematyczne tu nie występują, gdyż przestrzeń taka (liczb rzeczywistych) jest euklidesowa, a ta jest metryczna w szerokim sensie (por. wzór (1)). Formuła (1) wynika ze znanej nierówności Minkowskiego, pokazującej, że dla każdego $t \geq 1$ obowiązuje w niej prawo trójkąta, czyli metryczność.

3. Zagadnienie stochastyczne

Omawiane zagadnienie staje się o wiele trudniejsze, gdy wprowadza się probabilistykę, a taka metoda jest bardzo potrzebna, gdyż, jak wspomniano, dane empiryczne są z reguły losowe (Mikiewicz, 1977; Mikiewicz, 2008). Losowość może być powodowana przez człowieka (zwłaszcza przez pomiar, por. Mikiewicz, 1987; Mikiewicz, 2008), albo wytworzona przez Naturę. W tym drugim przypadku mamy np. mechanikę kwantową czy szumy pochodzące z kosmosu. Konieczność stosowania statystycznej metody wyboru w wielu dziedzinach życia, a zwłaszcza w zagadnieniach decyzyjnych społeczno-ekonomicznych, została już szeroko opisana (Mikiewicz, 1987).

Statystyka matematyczna jest zmatematyzowanym modelem rzeczywistości (Grabińska, 1994; Grabińska, Zabierowski, 2008). Symulowanie matematyczne zjawisk losowych pozwala, na podstawie ich obserwacji, wnioskować o zjawiskach stałych w realnym świecie. Dlatego statystyka matematyczna jest jednym z najważniejszych narzędzi poznawczych. Oczywiście jej podstawą jest rachunek prawdopodobieństwa. Na wyższym poziomie musi jednak być to statystyka wielu zmiennych (Anderson, 1958).

Ważną jej dziedziną powinna być teoria pomiaru (Mikiewicz, 2008); dotąd nie było to należycie rozumiane.

Przy każdym pomiarze można posługiwać się pewnym narzędziem pomiarowym. Takie narzędzie użytkowane wielokrotnie, przez różnych ludzi, wytwarza pewien potencjalny rozkład prawdopodobieństwa (pojęcie wprowadzone przez autora). Ma on z reguły średnią zero i dyspersję właściwą dla danego narzędzia. Ta dyspersja ma istotne znaczenie w badaniach statystycznych. Rozkład potencjalny można sobie wyobrazić jako stacjonarny proces stochastyczny, który teoretycznie trwa do nieskończoności (wszystkie możliwe przypadki posługiwania się tym narzędziem), a my znamy tylko niewielką liczbę obserwacji tego procesu, czyli realizacji prób. Ale to wystarcza do estymacji jego dyspersji, ważnej w naszych badaniach.

Istotną sprawą w tej metodzie jest **unormowanie przestrzeni**. Jeśli zadanie jest rozpoznawczo-badawcze, to wystarczy unormować tę przestrzeń na dyspersje cech, wg użytych przy ich pomiarze narzędzi (aparatów) (Mikiewicz, 2008). Jednakże przy tym trzeba brać pod uwagę różnorodność tych dyspersji - by uzyskać równość, trzeba odpowiednio mnożyć lub dzielić wartości cech. Inaczej przedstawia się sprawa w badaniach typu praktycznego. Przykładem może tu być wcześniejsza praca autora (Mikiewicz, 1990): z różnych możliwych materiałów, które oferuje chemia, należy wybrać najlepszy do określonego celu. Cel ten reprezentuje materiał idealny, ustalony arbitralnie przez autora w porozumieniu z chemikiem (czyli z nabywcą materiału). I tu ważny szczegół: przypuśćmy, że wśród cech materiałów najważniejszą będzie odporność na wysoką temperaturę - wtedy tej cesze musimy przypisać największą wagę, czyli w przestrzeni cech tej współrzędnej układu kartezjańskiego dać największy mnożnik. Ma tu miejsce postępowanie pragmatyczne, a więc występuje czynnik subiektywny.

Następnym krokiem w metodzie jest obliczanie odległości. Obliczamy je (Mikiewicz, 1977 i 1990) według formuły:

$$(1) \delta_{M,t}^{p,q} = \sum_{i=1}^n |x_i^p - x_i^q|^t, t \geq 1.$$

Formuła ta daje pakiet odległości „typu Minkowskiego”, co pozwala wybrać jeden ze szczególnych jej wariantów (różnych t). W tej formule p i q to indeksy obiektów, a i jest wskaźnikiem cechy; rozważamy n cech, M oznacza typ odległości. W praktyce korzystamy z formuły dla $t=1$ i $t=2$. Ta pierwsza jest najprostsza, a druga obrotowo-niezmiennicza - pitagorejska. Mamy więc obiekt idealny, który jest punktem ustalonym i obiekty realne, które w \mathbb{R}^n są rozkładami prawdopodobieństwa. Wobec tego wstawiamy za

x współrzędne obiektu idealnego $Z(x_1^p, x_2^p, \dots, x_n^p)$, natomiast q_1, q_2, \dots, q_m będą wskaźnikami obiektów realnych (rozważamy m obiektów), a te są wektorami losowymi. Wstawiając w (1) za x_i^q dane (np. wyniki pomiarów) obiektów realnych, czynimy z odległości d element próby losowej D .

Istotne jest tu, iż w tej regule odległości od punktu idealnego obiektów realnych są zmiennymi losowymi, wzajemnie niezależnymi stochastycznie. Dodawanie do siebie we wzorze (1) n cech nie stwarza po normalizacji dodatkowych problemów, mimo iż cechy są często skorelowane z sobą, co autor wykazał w jednej z wcześniejszych prac (odpowiednie twierdzenie). Teraz przeniesiemy się zatem do innej przestrzeni euklidesowej K^m - odległości losowych. W ten sposób w tej przestrzeni powstają z omówionych D elementarne odległości losowe D_{kj} , gdzie k jest wskaźnikiem obiektu ($k=1, 2, \dots, m$), zaś j - wskaźnikiem elementu próby. Stąd obliczamy odległości średnie:

$$(2) \quad \bar{D}_k = l_k^{-1} \sum_{j=1}^{l_k} D_{kj},$$

przy czym l_k oznacza liczbę odległości elementarnych, otrzymanych z próby (np. z pomiarów) z k -tego obiektu. D_k można nazwać odległościami empirycznymi. Jak wiadomo z teorii prawdopodobieństwa, mimo iż D_{kj} mogą być dalekie od rozkładu normalnego (gaussowskiego), jak np. kładąc w (1) $t=1$, zmienia losowa D_k , przy dość dużych l_k , ma rozkład zbliżony do normalnego, co jest tutaj istotne. Zaproponowano $l_k > 20$ dla wszystkich k (Mikiewicz, 1977).

Jeśli się zdarzy, że wszystkie D_k mają te same dyspersje, w dodatku znane, gdyż pochodzą z narzędzi pomiaru i nie ma innych źródeł losowości, mamy od razu w przestrzeni K^m odległości empiryczne o rozkładzie normalnym i łącznie rozkład obrotowo-niezależny.

Omawiany rozkład *a posteriori* ma centrum, które oznaczyć można $C = (c_1, c_2, \dots, c_m) \in K^m$, gdzie oczywiście c_k są dodatnie. Przyjmijmy, że c_1 ma wartość najmniejszą (zawsze można przenumerać elementy); nazwiemy tę odległość - krytyczną.

Celem jest obliczenie prawdopodobieństwa, gdzie układ nierówności zachodzących między odległościami teoretycznymi, czyli po usunięciu losowości, jest następujący:

$$(3) \quad \begin{aligned} \theta_1 &< \theta_2, \\ \theta_1 &< \theta_3, \\ &\vdots \\ \theta_1 &< \theta_m. \end{aligned}$$

Przejdźmy teraz do układu hiperpłaszczyzn w K^m , odpowiadających układowi (3). Jest oczywiste, iż tworzą one w K^m wielościany (komory) i że punkt C leży wewnątrz jednego z nich. Dla odległości typu (1) dotyczy to tylko dodatniego sektora układu kartezjańskiego. Dalej będziemy przedstawiać jednak całą przestrzeń, co ułatwia rozumowanie, w związku z czym te wielościany będą się przedstawiać jako nieograniczone stożki wypukłe, których ścianami są tylko hiperpłaszczyzny odpowiadające nierównościom (3).

Ważnym szczegółem jest fakt, że są one nachylone względem siebie pod kątem $p/3$. Jeśli jednak dokonano operacji zmian skali, jak dzielenie przez dyspersję, kąty między hiperpłaszczyznami zmieniają się, lecz zawsze pozostaną rozwarte, a to jest warunkiem obowiązywania lematu (por. załącznik do niniejszego artykułu). Prawdopodobieństwo, które określono przy (3), jest równe prawdopodobieństwu *a posteriori*, określonemu statystykami (2), rozłożonemu na wspomnianym wielościanie (stożku), w którym leży punkt C , a więc nasz problem sprowadza się do obliczenia tego prawdopodobieństwa.

Najpierw należy zwrócić uwagę na fakt, iż w praktyce przeważnie odległości D_k mają różne dyspersje, na co się składa wiele czynników. Dlatego rozważono tylko ten przypadek (Mikiewicz, 1977). Tu na pomoc przychodzi subtelne rozumowanie prowadzące do rozkładu Studenta *a posteriori*, a w rezultacie do rozkładu Behrensa-Fishera (por. np. Box, Tiao, 1973). Odległości D_k mają swoje dyspersje empiryczne S_k i odpowiednio utworzony iloraz Studenta, dla każdego k , daje odpowiedni rozkład Studenta *a posteriori*, co przy dostatecznej liczbie stopni swobody daje łącznie rozkład obrotowo-niezależny. Z nim można postępować tak, jak z poprzednim, tylko zmieniają się położenie punktu C i kąty między hiperpłaszczyznami.

4. Obliczanie prawdopodobieństwa

Hiperpłaszczyzny, które oznaczono: H_2, H_3, \dots, H_m , są barierami dla rozkładu obrotowo-niezależnego i odpowiadają układowi (3), a więc ich odległości typu $\delta_{M,2}$ są argumentami z dystrybuanty tego rozkładu, od centrum C :

$$(4) \quad P[\delta(C, H_k)] = F[\delta(C, H_k)] = F(z),$$

gdzie: F - dystrybuanta, której wartość można odczytać w tablicach rozkładu Studenta.

Całe zagadnienie sprowadza się teraz do prawidłowego zbudowania ilorazu Studenta, wyznaczającego nam prawdopodobieństwo. I tu występu-

ją różne możliwości. Uwzględniono (Mikiewicz, 1977) tylko odległości typu (1) dla $t = 1$, wobec czego trzeba się liczyć z faktem, iż analiza wartości bezwzględnej przesuwają średnią zmienną losową w górę. Dlatego we wzorze (Mikiewicz, 1977, wzór (8)) na odległość od C jest próg g_k :

$$(5) \bar{\Delta}_k = \bar{D}_k - \bar{D}_1 - g_k [S_k^2 / (l_k - 1) + S_1^2 / (l_1 - 1)]^{-1/2}.$$

Trzeba zauważyć, że próg g_k pogarsza dość znacznie wyniki, gdyż daje oszacowanie od dołu, toteż podano (Mikiewicz, 1990) sposoby pozwalające położyć w (5) $g_k = 0$. W wielu zagadnieniach praktycznych można zauważyć, że w danej cesze zmienne losowe mają jeden kierunek, np. jeśli ideałem będzie materiał „całkowicie odporny na wysoką temperaturę” (i -ta cecha obiektów) (Mikiewicz, 1990), możemy położyć w (1):

$$(6) \delta_i = \varepsilon_i (c_i - x_i^q), \varepsilon_i \in \{-1, 1\}$$

Zatem c_i będzie wielką dodatnią liczbą, a wtedy $\varepsilon = 1$. Wówczas odległości empiryczne mają rozkłady normalne i g_k nie są potrzebne.

Ponieważ praca ma być przystępna, będzie analizowany tylko jeden przypadek ilorazu: gdy dyspersje obiektowe σ_k są równe, czyli można sumować wariancje z prób obiektów. Wtedy wzór na odległość przybiera postać:

$$(7) \bar{\Delta}_k = \bar{D}_k - \bar{D}_1 \left[\sum_{u=1}^m l_u - m \right]^{1/2} \left[(l_k^{-1} + l_1^{-1}) \sum_{u=1}^m S_u^2 l_u \right]^{-1/2}.$$

Wzór ten otrzymuje się, korzystając z zasady budowania ilorazu o rozkładzie Studenta. Wydaje się on skomplikowany, ale współczynnik, poza czynnikiem zawierającym l_k , powtarza się dla wszystkich obiektów.

Założenie równości dyspersji obiektowych jest niekiedy uzasadnione. Jak już wspomniano, w badaniach empirycznych istotne znaczenie mają błędy pomiaru. Stąd, jeśli mierzy się wszystkie objekty tymi samymi przyrządami, można się spodziewać równych dyspersji. Mogą jednak występować inne przyczyny załamujące tę równość.

Należy jeszcze zwrócić jeszcze uwagę na fakt, że dla małej liczby stopni swobody nie zachodzi w K^m obrotowa niezależność rozkładu *a posteriori* (zamiast hipersfery mamy hiperowale). Wtedy zamiast niego można zastosować „kostkę ufności”, którą autor opisał w swojej pracy doktorskiej. Wprawdzie wówczas ocena od dołu prawdopodobieństwa jest gorsza, ale dla małych l_k występuje mniejsza możliwość popełnienia błędu.

Jak wynika z powyższych wywodów, wystarczy podstawić wartość Δ_k z (7) za z dystrybuanty F , by uzyskać wartość prawdopodobieństwa rozłożonego na H_K^+ przestrzeni K^m . Jeśli teraz uznamy, że te hiperpłaszczyzny dla

$k=2, 3, \dots, m$ można obracać lunarnie dookoła punktu C tak, aby były wzajemnie ortogonalne, to można uzyskać oszacowanie od dołu prawdopodobieństwa realności układu (3), zgodnie z poniższym twierdzeniem. Trzeba dodać, iż niektóre prawdopodobieństwa uzyskane z dystrybuanty (4) mogą być małe (duże podobieństwo do obiektu najlepszego), co obniża wartość iloczynu. Wówczas trzeba te obiekty wyłączyć z rachunku. Tak postąpiono w przypadku dwóch obiektów, dzięki czemu uzyskano wysoki iloczyn (Mikiewicz, 1990).

Na zakończenie należy jeszcze opisać krótko inne zagadnienie, które jednak jest pokrewne omawianemu wyżej. W pracach o analizie wariancji (m.in. Scheffe, 1959) można znaleźć zagadnienie uszeregowania średnich z próbek z różnych obiektów według wielkości w jednej cesze. Pytanie brzmi: jakie jest prawdopodobieństwo, że to uszeregowanie istnieje w rzeczywistości? A więc, jeśli mamy średnie z m obiektów, które tworzą ciąg:

$$(8) \bar{x}_1 > \bar{x}_2 > \dots > \bar{x}_m,$$

pytamy, jakie jest prawdopodobieństwo realności tego ciągu?

W pracy (Scheffe, 1959) są podane dwie metody rzekomo rozwiązujące to zagadnienie: Duncana i Tukeya, z tym, że autor sam ma co do nich wątpliwości. Otóż łatwo zauważyć, iż można tu zastosować opisane wyżej metody: ilorazy Studenta *a posteriori* łącznie z wariantami - równość dyspersji populacyjnych lub jej brak, rozkład Studenta *a posteriori* i obrotowa niezależność oraz hiperpłaszczyzny ograniczające wielościan w przestrzeni K^m . Jest jednak pewna trudność - hiperpłaszczyzny ograniczające ów wielościan nie są nachylone do siebie pod kątem rozwartym lecz ostrym. Nie można więc w tym zagadnieniu zastosować poniższego twierdzenia. Przepuszczalnie oszacowania od dołu prawdopodobieństwa rozłożonego na wielościanie będą tu gorsze. Możliwe jest jednak zastosowanie metod numerycznych (komputerowo). Autor przedstawiał to zagadnienie na kilku konferencjach Polskiego Towarzystwa Biometrycznego.

Twierdzenie. Niech będzie dane zagadnienie statystyczne: jest m obiektów, z których pobrano próbki losowe w liczbach l_1, l_2, \dots, l_m odpowiednio, przy czym z tych próbek obliczono odległości empiryczne od obiektu idealnego np. wzorem (2), o łącznym rozkładzie *a posteriori*, praktycznie (ściśle: w granicy) obrotowo-niezależnym, na przestrzeni K^m tych odległości. W K^m można wyznaczyć wielościan, czyli nieograniczony stożek wypukły, którego ściany (brzegi) są hiperpłaszczyznami odpowiadającymi układowi nierówności (3), przy czym odległość najmniejszą oznaczono numerem 1. Wspomniany rozkład prawdopodobieństwa na K^m wyznacza

prawdopodobieństwo na tym wielościanie i jest to prawdopodobieństwo tego, że układ (3) istnieje w rzeczywistości. Jeśli wyznaczmy prawdopodobieństwa poszczególnych nierówności, np. wzorem (7), to prawdopodobieństwo realności układu (3) można oszacować od dołu ich iloczynem:

$$(9) \quad P \left[\bigcap_{k=1}^{m-1} (\theta_{k+1} > \theta_1) \right] > \prod_{k=1}^{m-1} F[\delta(C, H_{k+1})].$$

ZAŁĄCZNIK

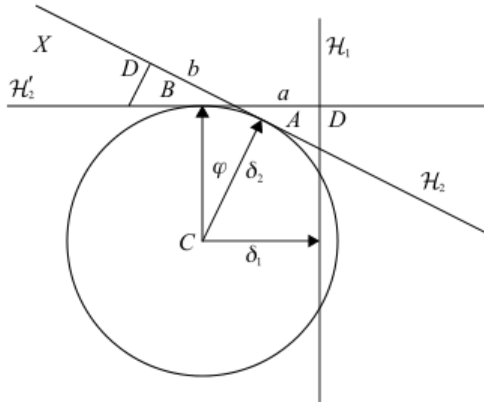
Definicja (obrót lunarny w rozkładzie obrotowo-niezależnym). Jeżeli w przestrzeni euklidesowej K^m jest określony rozkład obrotowo-niezależny z centrum w punkcie C , to gdy pewna hiperpłaszczyzna $H \subset K^m$ nie zawiera C , to oznaczając przez H^+ półprzestrzeń zawierającą C mamy prawdopodobieństwo: $p = P(x \in H^+) > 1/2$. Gdy dokona się obrotu lunarnego H względem C o dowolny kąt, to w nowym położeniu H' będzie nadal $p' = P(x \in H'^+) = p$.

Lemat. Jeżeli w K^m mamy dwie hiperpłaszczyzny H_1 i H_2 , ustawione do siebie pod kątem rozwartym i dokona się ich obrotu lunarnego względem centrum C tak, że będą względem siebie ortogonalne $H'_1 \perp H'_2$, to

$$P(x \in H'_1 \cap H'_2) < P(x \in H_1^+ \cap H_2^+).$$

Dowód Lematu. Ustawienie początkowe i końcowe hiperpłaszczyzn można zawsze sprowadzić do obrotu w jednej płaszczyźnie ortogonalnej względem obu hiperpłaszczyzn, gdyż można sprowadzić do obrotu jednej z nich po powierzchni stycznej hipersfery. Wobec tego zagadnienie można sprowadzić do obrotu prostej na płaszczyźnie po okręgu, a potem przenieść w inne wymiary przez walcowanie. Na płaszczyźnie (Rys. 1) odcinamy na H_2 odcinek $b=a$ i z jego końca wyznaczamy prostopadłą. Wtedy widać natychmiast, że prawdopodobieństwo na trójkącie A (zysk) jest równe prawdopodobieństwu na B (strata), natomiast na obszarze nieskończonym X mamy czystą stratę. Literą D oznaczono kąty proste, *c.n.d.*

Rys. 1: Dowód Lematu



Źródło: Opracowanie własne.

Dowód Twierdzenia. Zbiór punktów takich, że $x_1 = x_2 = \dots = x_m$, w przestrzeni K^m , nazywa się główną przekątną układu. Niech rzutem na nią centrum $C(c_i \text{ dla } i = 1, 2, \dots, m)$ będzie punkt R . Jego współrzędne łatwo obliczyć: $r = \sum_{i=1}^m c_i / m$. Wszystkie hiperpłaszczyzny H_{1i} , oddzielające punkty, dla których $x_i > x_1$, zawierają punkt R , gdyż ich wektory normalne są typu:

$$(I) \quad (-1, 1, 0, \dots, 0), \dots, (-1, 0, \dots, 1, 0, \dots, 0).$$

Należy zwrócić tu uwagę (por. pkt 3), że nieraz trzeba przekształcić K^m afinicznie (normowanie lub różność dyspersji). Wówczas zamiast jedynek wstawiamy w (I) liczby dodatnie, np. a, a_1, a_2 . To spowoduje zmianę kąta między wektorami (I). Mianowicie, $\cos(\phi) = a^2 [a^4 + r_x]^{-1/2}$, gdzie r_x jest liczbą dodatnią. Jeśli r_x jest bardzo małe, kąt jest bliski 0, gdy jest bardzo duże, kąt zbliża się do $\pi/2$, więc kąt między hiperpłaszczyznami zawsze jest rozwarty (dla (I) jest $\phi = \pi/3$).

Punkt R uważamy za wierzchołek wielościanu, którego bokami są omawiane hiperpłaszczyzny. Można to pokazać, wykazując, że odległość $\delta(C, R)$ jest większa niż odległości wszystkich omawianych hiperpłaszczyzn od C . Przede wszystkim należy stwierdzić, że:

$$\delta(C, R) = \left[\sum_{i=1}^m (c_i - r)^2 \right]^{1/2} = \left[\sum_{i=1}^m c_i^2 - \frac{\sum_{i=1}^m c_i^2}{m} \right]^{1/2}, \text{ natomiast}$$

$$\delta(C, H_{1i}) = (c_i - c_1) / \sqrt{2}.$$

Założmy dla prostoty, że wszystkie c_i z wyjątkiem c_j są równe. Gdyby było inaczej, tzn. c_1 i dalsze były mniejsze, to badana różnica byłaby jeszcze większa. Dowód przeprowadzimy nie wprost:

$$(II) \quad \delta(C, R) \leq \delta(C, H_{1j}).$$

Oznaczmy $c=c_j$ oraz $c-\varepsilon=c_i$. Wstawiamy te symbole w (II), podnosimy do kwadratu, mnożymy przez m , przenosimy prawą stronę na lewą i redukujemy. W rezultacie otrzymujemy nierówność:

$$(m - 3/2)\varepsilon^2 \leq 0,$$

nieprawdziwą, gdy $m > 1$. W naszym zagadnieniu musi być $m > 2$, co jest sprzeczne z (II), c.n.d.

Widzimy tu, że wynik nie zależy od położenia C , tylko od ε , czyli różnicy między c_j i c_i .

Wszystkie zbiory tworzące krawędzie wielościanu, czyli zbiory:

$$(III) \quad (\exists x)((x \in H_{1i}) \wedge (x \in H_{1j})),$$

przechodzą przez punkt R , a zatem wyznaczają stożki (piramidy) nieograniczone.

Zbiory (III) ograniczają części hiperpłaszczyzn H_{1i} , $i=2, \dots, m$ i zawierają rzuty prostopadłe punktu C na te hiperpłaszczyzny, które oznaczmy H_{1i} . W ten sposób wyznaczmy trójkąty o wierzchołkach R , C , H_{1i} określające płaszczyzny (dwuwymiarowe), będące płaszczyznami obrotu lunarnego H_{1i} po hypersferach o promieniach $\delta(C, H_{1i})$. Należy podkreślić, że są to zbiory liniowe rozbieżne i objętość każdego takiego podstożka w części od R do H_{1i} jest mniejsza niż odpowiednia dalsza część, zgodnie z lematem, a więc teza lematu o obrocie lunarnym tym bardziej jest słuszna. To kończy dowód twierdzenia.

LITERATURA

Anderson T. W., An Introduction to Multivariate Statistical Analysis. John Wiley and Sons, New York 1958.

- Box G., Tiao G. C., Bayesian Inference in Statistical Analysis. Addison-Wesley Pub. Co., Cambridge-London 1973.
- Grabińska, T., Poznanie i modelowanie. Ofic. Wydaw. Pol. Wroc., Wrocław 1994.
- Grabińska, T., Zabierowski, M., Typologia modeli w naukach empirycznych. „Annales Academiae Paedagogicae Cracoviensis” 60, 2008, s. 3-10.
- Mikiewicz J., Statistical Selection Method od the Best Objects. W: Kozesnik J. (red.), Transactions of the Seventh Prague Conference on Information Theory, Statistical Decision Functions, Random Processes and of the 1974 European Meeting of Statisticians held in Prague, Czech. Acad. Sci., Prague 1977, vol. B, 369-378.
- Mikiewicz J., Podstawy statystycznej metody decyzyjnej wyboru najlepszych obiektów. „Prace Naukowe i Prognostyczne Politechniki Wrocławskiej”, 1987.
- Mikiewicz J., Zastosowanie statystycznej metody wyboru najlepszych obiektów w chemii. „Prace Naukowe i Prognostyczne Politechniki Wrocławskiej”, 1990.
- Mikiewicz J., The Synergism of Taxonomy and Mathematical Statistics as the Epistemological Instruments. „Annales Academiae Paedagogicae Cracoviensis” 60, 2008, s. 46-59.
- Scheffe H., The Analysis of Variance. John Wiley and Sons, New York 1959.

MODELOWANIE ZACHOWANIA KOMÓREK NERWOWYCH W KONTEKŚCIE PROSTYCH SIECI NEURONOWYCH

MODELLING OF NEURONS BY MEANS OF SIMPLE NEURAL NETWORKS

Tomasz Spustek*

Abstract

In the paper an overview of most popular artificial neuron models can be found. Analysis and of chosen models has been carried. Attention has been called on the use of discussed models in simple neural networks.

1. Wstęp

Sieci neuronowe to w istocie mniej lub bardziej skomplikowane modele rzeczywistego układu nerwowego. Zbudowane są z szeregu identycznych, wzajemnie połączonych obiektów, którym nadano umowną nazwę neuronów, ze względu na pewne podobieństwa do rzeczywistych komórek nerwowych. Ważną cechą sieci neuronowych jest możliwość ich uczenia (trenowania). Rozumie się przez to, modyfikowanie parametrów ich części składowych w taki sposób, by uzyskać jak najlepsze rezultaty podczas rozwiązywania danej klasy problemów.

Pierwowzorem sieci neuropodobnych jest ludzki mózg, a w zasadzie kora mózgowa. Szacuje się, że składa się ona z 10^{10} komórek nerwowych oraz 10^{12} komórek glijowych, tworzących łącznie ok. 10^{15} połączeń. Zaskakująca jest szybkość pracy mózgu, która dorównuje możliwościom współczesnych komputerów. Ponadto ludzki umysł jest w stanie rozwiązywać problemy, których nie można rozwiązać za pomocą klasycznych algorytmów obliczeniowych. Przykładem może być rozpoznawanie kształtów lub dźwięków. Poprawnie zaprojektowana i dobrze „wytrenowana” sieć neuronowa działa w sposób bardzo zbliżony do ludzkiego układu nerwowego. Dzięki temu możliwe staje się rozwiązywanie przez maszynę problemów, które zwyczajowo uważa się za „ludzkie”. Jednym z najczęściej przytacza-

* mgr Tomasz SPUSTEK, Instytut Fizyki Doświadczalnej Uniwersytetu Warszawskiego.

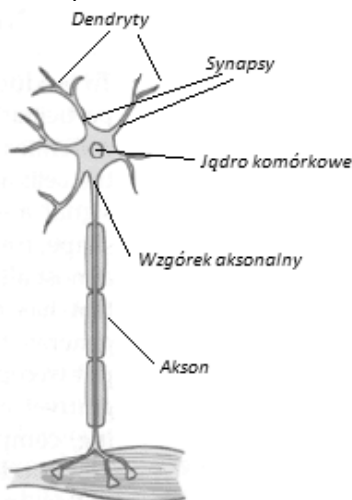
nych przykładów zastosowania sieci neuronowych jest algorytm, skutecznie rozpoznający zmiany nowotworowe na zdjęciach rentgenowskich.

2. Rzeczywista komórka nerwowa, a „sztuczny neuron”

Komórka nerwowa (neuron), przedstawiona w uproszczeniu na rys. 1, odpowiedzialna jest w organizmie za odbiór i wysyłanie impulsów elektrycznych. Najważniejszymi elementami składowymi neuronu są (Kandel, 2000, s. 23-35):

- jądro komórkowe - odpowiedzialne za wszystkie procesy zachodzące w komórce, w tym podejmowanie decyzji,
- dendryty - silnie rozgałęzione wypustki plazmatyczne pełniące funkcje wejścia dla impulsów elektrycznych,
- akson - za jego pomocą sygnał jest wysyłany do sąsiednich komórek nerwowych lub narządów wykonawczych (np. mięśni),
- synapsy - zakończenia dendrytów, przez nie sygnał zostaje przekazany do wnętrza komórki,
- wzgórek aksonalny - miejsce, z którego nadawany jest sygnał wyjściowy, propagujący się następnie poprzez akson do kolejnych komórek nerwowych.

Rys. 1: Przykładowa komórka nerwowa



Źródło: Opracowano na podstawie (Kandel, 2000, s. 29).

W uproszczony sposób działanie komórki nerwowej można sprowadzić do zagadnienia przekazywania impulsów elektrycznych. Sygnał dociera do jądra komórki za pośrednictwem dendrytów oraz synaps. W zależności od konfiguracji pobudzenia neuronu we wzgórku aksonalnym może zostać wytworzony potencjał czynnościowy. Jeśli tak się stanie, powstanie nowy impuls elektryczny, który za pośrednictwem aksonu zostanie przekazany do kolejnych komórek nerwowych powodując ich pobudzenie.

Nietrudno zauważyć swoistą analogię do prostego przetwornika sygnałów, posiadającego szereg wejść i jedno wyjście (por. rys. 2). Przedstawione rozumowanie jest jedynie przybliżeniem skomplikowanych procesów zachodzących w rzeczywistej komórce nerwowej, jednak w oparciu o ten model można zbudować w pełni funkcjonalną sieć neuronową. Sztuczny neuron może zostać zaimplementowany na wiele różnych sposobów. Przykładowo wartość wyjściowa może zostać opisana następującą liniową zależnością funkcyjną (Tadeusiewicz, 1993, s. 27-29):

$$g(x_1, x_2, \dots, x_n) = \sum_{i=1}^n x_i w_i$$

gdzie:

- kolejne sygnały wejściowe,
- wagi synaptyczne (mogą przyjmować dowolne wartości, także ujemne).

Rys. 2: Schematyczny rysunek pojedynczego neuronu



Źródło: Opracowanie własne.

W modelu tym sygnały wejściowe są skalowane przy pomocy pewnych wag. Oznacza to, że impulsy pochodzące od dendrytów do których przypisano wyższe współczynniki są bardziej istotne, niż te pochodzące od innych. Tym samym, wybrane sygnały wejściowe mają większy wpływ na to, czy komórka zostanie pobudzona i przekaże sygnał na wyjście, czy też nie. Może zdarzyć się także sytuacja, w której niektóre współczynniki są mniejsze od zera. Oznacza to, że kanały wejściowe, do których są przypisane mają za zadanie utrudniać pobudzanie neuronu. Posługując się modelem tak działającego neuronu można zmieniać zachowanie komórki poprzez modyfikowanie zestawu współczynników.

Zastosowania modelu liniowego pojedynczego neuronu w sieci są ograniczone. Sieci tego typu zazwyczaj działają wolno. Ponadto łączenie kolejnych grup takich jednostek obliczeniowych nie powoduje żadnej poprawy jakości otrzymywanych wyników, ze względu na prosty fakt, że złożenie funkcji liniowych jest nadal zależnością liniową.

W praktyce wykorzystuje się modele nieliniowe. Najprostszym z nich jest model McCulloch'a, opisany przez tzw. *funkcję skoku jednostkowego* (ang. *Theta Heaviside'a*):

$$\mathcal{G}(x_1, x_2, \dots, x_n) = \begin{cases} 1 & \text{dla } \sum_{i=1}^n x_i w_i < T \\ 0 & \text{dla } \sum_{i=1}^n x_i w_i \geq T \end{cases}$$

gdzie:

- kolejne sygnały wejściowe,
- wagi synaptyczne (mogą przyjmować dowolne wartości, także ujemne),
- arbitralnie dobrana wielkość progowa.

Ten prosty w swej istocie model umożliwia już dobre zrealizowanie takich funkcji logicznych, jak NOT, OR, AND, a nawet NOR lub NAND (McCulloch, 1943, s. 4-12). Z drugiej strony możliwa jest obsługa jedynie wartości binarnych (tj. 0 i 1).

Możliwe jest jednak wprowadzenie pewnej modyfikacji, a w zasadzie uogólnienia przedstawionego modelu pojedynczej komórki nerwowej. Wystarczy jako funkcję aktywacji neuronu przyjąć tzw. *sigmoidę*, której szczególnym przypadkiem jest zastosowana poprzednio funkcja *theta*. Wówczas model będzie opisany przez następujące równanie:

$$g(x_1, x_2, \dots, x_n) = \frac{1}{1 + e^{-\beta \sum_{i=1}^n x_i w_i}} \quad (3)$$

w którym:

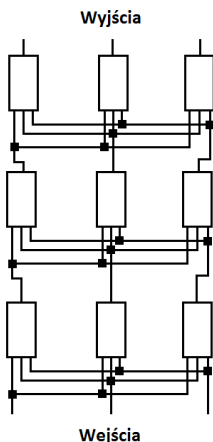
- kolejne sygnały wejściowe,
- współczynnik aktywacji, dodatkowy parametr określający pobudliwość neuronu,
- wagi synaptyczne (mogą przyjmować dowolne wartości, także ujemne).

Pojedyncza komórka nerwowa modelowana zgodnie z przedstawionym powyżej schematem, tworzy najprostszą stosowaną obecnie sieć neuronową - jednoelementową. W praktyce stosuje się sieci neuronowe zbudowane z większej liczby elementów. Umożliwia to realizację większej liczby zależności między funkcją wejściową a wyjściową układu, przez co możliwe staje się rozwiązanie coraz bardziej złożonych problemów. Z drugiej jednak strony rośnie liczba różnych wag opisujących sieć.

3. Łączenie neuronów w sieć

Możliwych do zrealizowania topologii sieci neuronowej jest bardzo dużo. Większość z nich powstała na potrzeby próby rozwiązania pewnej klasy problemów. Często spotykaną architekturą sieci neuronowej jest tzw. wielowarstwowa *sieć jednokierunkowa*, której przykładową strukturę przedstawia rys. 3. Jak można zauważyć, sieć ta składa się z neuronów modelowanych zgodnie z (3), ułożonych w warstwy. Komórki należące do danej warstwy nie komunikują się ze sobą, a aksony (wyjścia) neuronów w danej warstwie są połączone ze wszystkimi dendrytami (wejściami) komórek w warstwie następnej. Sygnał może być przekazywany tylko w jednym kierunku.

Rys. 3: Trójwarstwowy model jednokierunkowej sieci neuronowej



Źródło: Opracowanie własne.

Poprzez odpowiedni dobór kolejnych współczynników wagowych możliwe jest wpłynięcie na działanie całej sieci. Proces dobierania stosownych parametrów nazywany jest *uczeniem* sieci neuronowej, bądź jej *trenowaniem*. Mechanizm uczący ma za zadanie sprawić, czy po podaniu sygnału wejściowego, na wyjściu systemu, otrzymany zostanie interesujący rezultat. W celu przyuczenia sieci neuronowej do pracy nad konkretnym problemem potrzebna jest znajomość kilku zestawów danych, które charakteryzują problem w określonym zakresie.

Założmy, że dla rozważanego problemu znane są wyniki, dla pewnego zestawu danych wejściowych. Uczenie sieci neuronowej może polegać na podaniu na wejście układu, a następnie takie modyfikowanie wag, aby zminimalizować różnicę między otrzymanym wynikiem a znanym rezultatem. W trakcie uczenia przeprowadzana jest więc stopniowa modyfikacja parametrów sieci w taki sposób, aby dla znanych danych otrzymać poprawne wartości.

Charakterystyczny przebieg funkcji (por. wzór 3) sprawia, że na zbliżone konfiguracje sygnałów wejściowych sieć neuronowa będzie reagować w zbliżony sposób. Tym samym, sieci neuronowe charakteryzują się mechanizmem działania podobnym w swej istocie do myślenia kontekstowego. Mechanizm ten opiera się na możliwości analizy sygnału pod kątem najważniejszych jego cech, z pominięciem tych nieistotnych. Jest to bardzo

pożądana cecha charakterystyczna opisywanych układów i to właśnie dzięki niej sieci neuronowe nazywa się czasem *sztuczną inteligencją*.

4. Podsumowanie

Sztuczne sieci neuronowe są niezwykle elastycznym narzędziem często umożliwiającym znalezienie rozwiązania w sytuacji, gdy standardowe algorytmy obliczeniowe zawodzą. Znajdują zastosowanie w numerycznych metodach rozpoznawania wzorców oraz przy prognozowaniu. Większość współczesnych algorytmów prognozujących, używanych np. do przewidywania pogody, opiera swe działanie na sieciach neuronowych. Ponadto należy zdawać sobie sprawę z niedoskonałości takich rozwiązań. Przede wszystkim sieć neuronowa może dać odpowiedź błędną. Dzieje się tak bardzo często podczas wykonywania precyzyjnych obliczeń celem przeprowadzania wieloetapowej analizy skomplikowanych danych.

LITERATURA

- Kandel E.R., Schwartz J.H., Jessell T., Principles of Neural Science. New York, 2000.
- McCulloch W., Pitts W. A., logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. "Bulletin of Mathematical Biophysics", 1943.
- Rosenblatt F., The Perceptron - a perceiving and recognizing automaton. Report 85 460-1, Cornell Aeronautical Laboratory, 1957.
- Tadeusiewicz R., Sieci neuronowe. Warszawa: Akademicka Oficyna Wyd. RM, 1993.
- Hoppensteadt F.C., Izhikevich E.M., Weakly connected neural networks. Springer, 1999.

MODELOWANIE JĘZYKA W PARADYGMACIE NAUK EMPIRYCZNYCH

LINGUISTICS IN THE PARADIGM OF EMPIRICAL SCIENCES

Dorota Zielińska*

Abstract

In this article I justify and outline the foundational assumptions of the paradigm that lets one approach the study of language in analogy to the methodology of empirical sciences. Within that novel approach just emerging in Europe, I postulate the theory of the form-content correlation process – the mechanism of linguistic categorization. Next, I show how to test it – first qualitatively, next quantitatively in the manner meeting the standards of the empirical sciences. The novelty in modelling categorization proposed in this paper involves combining a version of Aristotelian model of a category with supervised learning. Supervised learning models communication in specific situations, in which case the options as to what could be potentially communicated are severely restricted in comparison to the total potential reference of a given language. What allows one to study language within an empirical paradigm is restricting its description to laws combining statistical characteristics of linguistic corpuses.

1. Wstęp

Ferdinand de Saussure wyabstrahował z języka samodzielną strukturę, *langue*, co pozwoliło następnie na opis tej struktury przy pomocy narzędzi logiki i matematyki jakościowej, a w konsekwencji doprowadziło do gwałtownego rozwoju językoznawstwa. Duży postęp dotyczył jednak opisu języka, a nie wyjaśniania jego mechanizmów. W tym paradygmacie nie ma bowiem do dzisiaj satysfakcjonującego wytłumaczenia nawet tak fundamentalnych zjawisk, jak kategoryzacji, kompozycyjności znaczenia językowego, czy usadowienia znaczeń podstawowych. Należy stwierdzić zatem, że praktycznie celem głównego nurtu językoznawstwa od czasów Saussure'a stał się jakościowy, intuicyjny opis struktur i znaczeń językowych.

* dr Dorota ZIELIŃSKA, Uniwersytet Jagielloński, Kraków.

2. Pojęcie języka w paradygmacie nauk empirycznych

Celem językoznawstwa w paradygmacie nauk empirycznych¹ jest wyjaśnianie zjawisk językowych poprzez modelowanie języka za pomocą uniwersalnych, dających się obiektywnie testować praw. Czy jednak takie modele można budować przy założeniu, że język jest abstrakcyjną strukturą, niezależnym systemem semiotycznym, jak to przyjmuje się od Saussure'a? Istnieją co najmniej dwa powody, dla których warto jeszcze raz zastanowić się, czy przybliżenie języka, jak wyabstrahowany od użycia i użytkowników *langue*, umożliwia tworzenie modeli wyjaśniających. Po pierwsze, Mario Bunge (Bunge, 2003, s. 62) słusznie zauważył, że

[j]ęzyki nie ewoluują same w sobie i nie ma mechanizmów zmiany językowej, w szczególności sił ewolucyjnych. Tylko konkretne rzeczy, takie jak ludzie, mogą się rozwijać i ewoluować. I, oczywiście, gdy ludzie się rozwijają bądź ewoluują, modyfikują, wprowadzają nowe i zarzucają stare wyrażenia językowe. Historia matematyki jest analogiczna: matematycy miewają nowe pomysły, które są przyjmowane bądź odrzucane przez społeczność matematyczna, ale matematyka nie ewoluuje sama z siebie. /tł-DZ/

Po pierwsze zatem, wyjaśniający model języka - w sensie nauk empirycznych - musi nierozdzielnie dotyczyć także użytkowników języka, ich kognitywnych i socjologicznych uwarunkowań. Praw językowych można się doszukiwać zatem w prawach psychologicznych i socjologicznych, a nie mogą one wynikać z samej odizolowanej abstrakcyjnej struktury.² Po drugie, jak uzasadniono dalej, wyjaśnienia ściśle przyczynowe (kausalne, nie statystyczne) są mało prawdopodobne w językoznawstwie, gdzie należy raczej oczekiwać wyjaśnień podobnych do tych w biologii (wyjaśnień funkcjonalnych, prowadzących do samo-organizacji), a więc dotyczących nie *langue*, ale statystycznych cech korpusu *parol*. Stąd, np. Altman (1978, s. 5) pisze, że

¹ Obszernie przedstawiono zagadnienie badań językoznawczych w paradygmacie empirycznym w: Zielińska (2011) oraz w książce *Science of language in the light of the language of science*, która ukaże się w serii „The Quantitative Studies of Language” wydawnictwa Springer.

² Por. argumenty za odrzuceniem funkcjonalizmu radykalnego, np. w: Putnam (1961, 1988), omówione w: Kołodziejczyk (2002). Zauważmy też, że Putnam i Kołodziejczyk używają słowa ‘funkcjonalny’ w znaczeniu ‘instrumentalny’, inaczej jak to ma miejsce w dalszej części artykułu.

u podstaw językoznawstwa empirycznego przyjmuje się założenie, że język jest systemem semiotycznym, tworzącym się w wyniku procesu samoregulacji podczas funkcjonalnie motywowanych interakcji międzyludzkich.

Jednym ze szczegółowych argumentów za koniecznością modelowania mechanizmu języka jako procesu jego ciągłego tworzenia się, samoorganizacji, jest fakt powstania nikaraguańskiego języka migowego na przestrzeni niespełna dekady. Ta sytuacja jednoznacznie pokazuje, że czysto biologiczne (genetyczne) uwarunkowania nie determinują struktury języka w stopniu zaproponowanym kiedyś przez Noama Chomsky'ego, a raczej wskazuje, że mechanizm języka zapisany jest w istotny sposób w plastycznych obszarach mózgu powstałych w wyniku socjalizacji.

Do podobnych wniosków prowadzą badania nad rozwojem mózgu (Karmiloff-Smith, 1992, 1995, 1997, 2010; Gopnik, 2007a, 2007b, 2009). Pokazują one, że mózg dzieci wydaje się być zaprojektowany przez ewolucję przede wszystkim tak, aby móc się zmieniać, uczyć, tworzyć i odkrywać. Nasze wyjątkowo długie dzieciństwo i konieczność długiego procesu uczenia się pokazują, że wiele umiejętności nie jest genetycznie zaprogramowanych. Korzyścią płynącą z faktu, że trzeba się uczyć także wielu sprawności, które u innych gatunków są zaprogramowane genetycznie, jest to, że możemy się istotnie zmieniać w porównaniu do naszych rodziców, zatem szybko ewoluować. Annette Karmiloff-Smith pokazuje również, że obserwowana modularność mózgu nie jest wrodzona, lecz bardzo stopniowo wytwarzana. Mózg tylko z grubsza przypomina maszynę Turinga, dostosowaną do manipulowania regułami kauzalnymi.

Ponadto, wyizolowanie przez Saussure'a języka jako abstrakcyjnej struktury - zbioru form zdaniowych oraz leksyki nadającej znaczenie elementom terminalnym - przyjmuje za Platonem, że idealne formy i logika odzwierciedlają istotę struktury języka, która jest niezależna od odniesienia językowego i sposobu poznawania świata i języka. Tym samym podejście takie opisuje istotę języka w analogii do końcowych form jego ewolucji. Zwolennicy tego poglądu zakładają, że model języka może zaniedbać poprzednie etapy rozwoju, toczone się z takim mozołem. Należy przypomnieć, że jednokomórkowe formy życia powstały 3,5 biliona lat temu, rośliny fotosyntezujące bilion lat później, ryby 550 mln lat temu, a następnie w odstępie dziesiątek milionów lat zjawiały się insekty, płazy, dinozaury i wreszcie ssaki. Człowiek, który zjawił się na ziemi 2,5 mln lat temu, zajął się rolnictwem dopiero 20 000 lat temu, podczas gdy najstarsze dowody pisanego tekstu pochodzą sprzed 5 000 lat. Zaawansowana wiedza wymagająca symbolicznego myślenia to ostatnie tysiąclecia. Zatem coraz liczniejsi badacze, podob-

nie jak Brook, konkludują, że myślenie oraz język powinny odzwierciedlać historię oraz okoliczności ich powstania. W szczególności nie jest nierozsądnym przypuszczać, że skuteczny model języka może nie odzwierciedlać potrzeb i okoliczności istotnych do przeżycia, w jakich powstawał.

Jednak decydujący argument przesądzający o słuszności hipotezy o języku jako samo-organizującej i samo-regulującej się strukturze, aspekcie zjawiska biologiczno-psychologiczno-społecznego, pochodzi z badań ilościowych pewnych cech korpusów językowych określonych przez zastosowanie modeli synergicznych w językoznawstwie. Dzięki prawom synergii - gałęzi teorii systemów dotyczącej systemów samo-organizujących się - można było pokazać, że obserwowane cechy języka rzeczywiście są cechami struktury samo-organizującej się (Grzybek, 2006). Okazuje się też, że rozkłady pewnych charakterystyk korpusów *parol*, badanych już przez George'a K. Zipfa (tzw. prawa potęgowe), również określają cechy struktur samoorganizujących się.

Z kolei liczne badania typologiczne i diachroniczne wiążące zjawianie się nowych form, znaczeń językowych, w okresach istotnych przemian społecznych wskazują na funkcjonalne umotywowanie procesu samoorganizacji języka. Wiele z tych badań było prowadzonych zgodnie z metodologią nauk empirycznych, dostarczając naukowo potwierdzony dowód funkcjonalnego osadzenia języka. Przy okazji warto jest przypomnieć, że prekursorem tezy o konieczności włączenia funkcji języka pełnionej w społeczności językowej do modelowania go był Bronisław Malinowski (Malinowski, 1987, s. 35), który napisał:

[w] rzeczywistości zasadniczą funkcją języka nie jest wyrażanie myśli lub powielanie procesów intelektualnych, ale raczej odkrywanie aktywnej pragmatycznej roli w zakresie ludzkich zachowań. Dlatego też język w swojej najbardziej pierwotnej funkcji jest jedną z głównych sił kulturowych i dodatkiem do działań fizycznych. Jest więc nieodzownym składnikiem wszelkich wspólnie podejmowanych działań ludzkich.

Wśród badań neuro-kognitywnych popierających hipotezę funkcjonalnie osadzonej reprezentacji wskazać należy przede wszystkim na badania zespołu Joe'a Z. Tsien (Tsien i in., 2005, 2006). Pokazały one (Tsien i in., 2005), z jednej strony, że u podstaw klikli neuronów zapisujących reprezentacje kategorii znajdują się neurony reagujące na ogólnie pojęty typ sytuacji, jakiej reprezentacje dotyczą, tym samym jej funkcji. Z kolei eksperymenty z myszami i ich gniazdami pokazały, że bez aktywowania neuronów od-

powiadających za identyfikację funkcji kategorii, mózg myszy nie rejestruje również reprezentacji danej kategorii (Tsien i in., 2006).

Pojawienie się nowej funkcji w wyniku samo-organizacji licznego zbioru elementów wpisuje się w filozoficzny paradygmat *systemism cum emergentism* zaproponowany przez (Bunge, 2003). Bunge pokazuje, dlaczego układ części może posiadać nową cechę niedefiniowalną dla poszczególnego elementu (np. temperatura czy ciśnienie niedefiniowalne dla poszczególnych atomów). Dzieje się to dlatego, że układ elementów może oddziaływać z otoczeniem, z jakim nie wchodzi w interakcje poszczególne elementy systemu. Stąd nowa funkcja układu nieobecna w jego składowych.

Jak już pokazano (Zielińska, 2007a), teoria procesu korelacji formy ze znaczeniem widzianego jako funkcjonalnie motywowanego procesu (samo-organizacji) pozwala ponadto ominąć konieczność posiadania identycznych reprezentacji przez wszystkich członków danej społeczności językowej oraz ominąć nierozwiązywalny w klasycznym podejściu problem z definicją kategorii leksykalnych. U innych badaczy rozwiązaniem tego pierwszego problemu miało służyć biologiczne umiejscowienie reprezentacji, np. koncepcja pojęć 'bezpośrednio-znaczących' w Lakoff (1986). Jednak koncepcja pojęć bezpośrednio-znaczących jedynie nazywa problem, wskazuje na niego, ale go nie rozwiązuje.

3. Podstawowy mechanizm języka - mechanizm kategoryzacji

Istotą języka jest kategoryzacja - zdolność odnoszenia się zarówno do coraz to nowych sytuacji, jak i do pewnych standaryzowanych, odbieranych jako wspólne znaczenie dla danej społeczności. Jak dalej pokazano, traktowanie języka jako funkcjonalnie motywowanego procesu, a nie struktury, pozwala zaproponować lepszy model kategoryzacji, niż te przedstawione w poprzednich podejściach, traktujących język jako samoistną, abstrakcyjną strukturę. Bez względu bowiem na to, czy będzie to Arystotelesowski model kategorii językowej zdefiniowany poprzez zbiór podstawowych cech członków danej kategorii, czy też model wyrażony przez prototyp - zbiór podstawowych cech lub jakkolwiek inny wzorec, nie można ustalić granic jego stosowalności (jak daleko członkowie kategorii mogą odbiegać od ideału, aby być uznanymi za jej członków), niezawężając tym samym przyszłych użyć danego konstruktów językowego. Jeżeli natomiast, jak wcześniej Lotfi A. Zadeh, a później kognitywiści, powiedzielibyśmy, że podobieństwo jest kwestią stopnia, to każdy obiekt będzie mógł lepiej bądź gorzej reprezentować każdą kategorię, zatem komunikacja przestałaby być możliwa. Po-

nadto, jak już wspomniano, modele te napotykać na nierozwiązywalną w klasycznym podejściu trudność zdefiniowania identycznego znaczenia form podstawowych dla różnych użytkowników języka.

3.1. Podstawowe założenia modelu procesu korelacji formy i reprezentacji w języku naturalnym

Jaki zatem model procesu korelacji formy i reprezentacji nie napotka na trudności z wyjaśnieniem pochodzenia reprezentacji form podstawowych (*basic encodings*), a następnie pozwoli zdefiniować kategoryzację językową? Jak pokazują Bickhard i Campbell (1992), reprezentacja znaczenia podstawowego musi być osadzona w systemie kontroli, operującym na indywidualnych, osobniczych reprezentacjach. To, co może być wspólne dla dwóch podmiotów, to sposób kategoryzowania, dzielenia, szatkowania indywidualnych reprezentacji w oparciu o kategorie ustalone funkcjonalnie poprzez obserwowalne wspólnie działanie, wyznaczające ten sam zbiór możliwych stanów w zadanej sytuacji zdefiniowanej funkcjonalnie (interakcyjnie). Takiemu zbiorowi opcji skategoryzowanych funkcjonalnie, zadany celem sytuacyjnym będzie odpowiadać jednoznacznie zorganizowany zbiór indywidualnych reprezentacji. Przykładowo, doświadczenie dotknięcia gorącego kamienia z ogniska i zimnego ze strumienia kategoryzuje przedmioty na gorące i zimne. Mimo indywidualnych odczuć (indywidualnych reprezentacji) poszczególnych opcji, dzięki obserwowalnej interakcji można wspólnie w ten sam sposób wzajemnie uszeregować (rozróżnić) takie doznania, jak gorący, zimny, a sposób ich podziału oznaczać symbolicznie, zatem także w sposób dostępny obiektywnie dla różnych podmiotów. Zatem sposób organizacji indywidualnych reprezentacji może być wspólny dla wielu podmiotów, korelowany poprzez wspólne, funkcjonalnie wyznaczone kategorie, a ich znaczenie może pozostać indywidualne.

Posiadając takie wyznaczone funkcjonalne kategorie, można je następnie indywidualnie kodować za pomocą zbiorów innych indywidualnych reakcji skorelowanych z różnymi formami, uświadomionych także poprzez wcześniej ustalone kategorie językowe, budując w ten sposób nieautomatyczną reprezentację zadanej kategorii. Opcje takie są indywidualnie uświadomione i reprezentowane, a funkcjonalnie skorelowany z nimi symbol nie przekazuje innym członkom społeczności językowej ich treści, a jedynie wskazuje, o którą z ich prywatnych reprezentacji chodzi.

Należy zauważyć ponadto, że kategorie funkcjonalne mogą pojawiać się przed konceptualnymi (zakodowanymi przez indywidualne doświadcze-

nie), niekoniecznie w wyniku bezpośredniego porównywania działań indywidualnych, ale także w wyniku działań zbiorowych. Jako przykład może posłużyć chociażby obserwacja, że mrówki potrafią ustalić najbliższą drogę między mrowiskiem a źródłem pożywienia, nieposługując się oczywiście reprezentacją pojęcia najkrótszej drogi. Mrówki dokonują tego funkcjonalnie, posługując się węchem. Mrówka przechodząc pozostawia zapach. Tak więc wyruszając w poszukiwaniu pokarmu, mrówki idą w przypadkowych kierunkach, a trafiwszy na pokarm powracają do gniazda i zaczynają poruszać się tam i z powrotem. Mrówki, które odnalazły najkrótszą drogę, będą mogły przejść tę trasę najwięcej razy, zostawiając zatem najintensywniejszy ślad zapachowy. Stąd kolejne mrówki, wyruszając w poszukiwaniu pokarmu, idą tam, gdzie zapach jest najintensywniejszy powodując to, że kolejne mrówki idą do źródła pokarmu najbliższą drogą.

Podsumowując, epistemologicznie osadzony model znaczenia językowego musi opierać się zarówno na wewnętrznych reprezentacjach, jak i na niezależnym, zewnętrznym (funkcjonalnym, opartym na działaniu) mechanizmie (systemie kontroli) kategoryzacji, porządkującym zbiory poszczególnych reprezentacji osobniczych. W ten sposób można ominąć konieczność istnienia tych samych, wspólnych dla wszystkich członków danej społeczności językowej reprezentacji kategorii bazowych, co jest niemożliwe z przyczyn epistemicznych. Dodatkowo, kategoryzacja funkcjonalna ograniczona do typu sytuacji wyznaczonych przez poszczególną funkcję, polegającą na rozróżnianiu, a nie opisywaniu (kodowaniu) elementów takiej sytuacji, dopuszcza oderwanie symbolu od jego zakodowanego znaczenia, pozwalając modelować zmianę procesu korelacji. Wreszcie kategoryzacja funkcjonalna nie wymaga definiowania członkostwa kategorii poprzez określanie możliwego odstępstwa poszczególnego egzemplarza od reprezentacji wzorcowej (co jest dotąd nierozwiązanym problemem wszystkich znanych modeli kategoryzacji językowej), gdyż tutaj reprezentacja dowolnie odbiegająca od wzorcowej może być do niej podobniejsza niż którakolwiek inna reprezentacja w zadanym zbiorze, tj. w danej sytuacji komunikacyjnej. Może zatem zostać jednoznacznie sklasyfikowana, także w przypadku gdy znacząco odbiega od wzorca danej kategorii.

3.2. Szczegółowy model procesu korelacji formy z reprezentacją w języku naturalnym

Wobec powyższego, można zaproponować następujący dwumodułowy model „znaczenia”, tj. procesu korelacji reprezentacji z formą

językową. Należy założyć, że odpowiedni mechanizm składa się z dwóch mechanizmów: mechanizmu kodującego i wybierającego.

W użyciu kodującym referencja następuje w wyniku rozpoznania przy pomocy biologicznego „czujnika” (komórek reagujących na dany bodziec), skorelowanego z pewną formą językową danego bodźca, co powoduje przepływ impulsu elektrycznego i wzmocnienie danej korelacji w tym czujniku. Reprezentacja rozpoznanego obiektu „dołączana” jest do dotychczasowego zbioru reprezentacji skorelowanych z daną formą językową w danym „czujniku”, wpływając na kształt statystycznie uśrednionej reprezentacji skorelowanej z daną formą. Przy każdym pojedynczym użyciu ma miejsce mechanizm realizujący typowy klasyczny Arystotelesowski model kategorii, sformułowany jako proces.

Natomiast w użyciu selektywnym (wybierającym) zakodowana (skorelowana dotychczas z używaną formą) treść językowa służy do wyboru jednej z osobniczo zindywidualizowanych, funkcjonalnie (zewnątrznie, specjalnie w danej sytuacji) zadanych opcji. Takie funkcjonalnie zdeterminowane zbiory opcji, zwane czasem po angielsku *pragmemes* (Mey, 2001), to np. sytuacja kupowania, sytuacja wspólnego spożywania posiłku, sytuacja pisanie podania o pracę itp. W każdym z takich typów sytuacji, fraza o tym samym znaczeniu kodowanym będzie wybierać inne odniesienie. I tak np. zdanie „proszę o mleko” co innego znaczy w kontekście zakupów, gdzie występuje pewien typ zachowań, a co innego podczas spożywania posiłku. Dodatkowo, każda okazja spożywania posiłku jest inna, zatem te same słowa wybierają za każdym razem nieco inną uszczegółowioną sytuację. Każdy zbiór opcji jest ponadto osobniczo zakodowany.

Możliwym mechanizmem wyboru właściwej opcji może być po prostu wybór opcji najbardziej przypominającej w zadanym zbiorze tę skorelowaną z użytą (zakodowaną) formą. Wybrana opcja może więc, choć na ogół nie będzie, bardzo odbiegać od dotychczasowej zakodowanej reprezentacji użytej formy. Reprezentacja wybranej w ten sposób opcji zostanie ponadto „dopisana” do zbioru pozostałych użyczeń związanych z daną formą językową poprzez odpowiadający jej „czujnik” (mechanizm kodujący opisany powyżej), wpływając na statystyczną zakodowaną reprezentację skorelowaną z tą formą. Czy taki pojedynczy wybór będzie miał odzwierciedlenie w zakodowanym użyciu, zależy od statystyki (być może również od wagi poszczególnego obiektu dla podmiotu itp.). Jakkolwiek korelacja zostanie „dopisana do formy”, ale dopiero wielokrotne jej powtórzenie będzie ty powo mieć statystyczne znaczenie w kodowaniu (zmodyfikuje „czujnik”).

Należy zauważyć, że oba mechanizmy dostarczają danych do tworzenia się reprezentacji indywidualnych. Należy też zdawać sobie sprawę, że reprezentacje indywidualne nie są kopiami rzeczywistości. Od początków powstawania języka, jego użycie (wybierane znaczenia) wpływało na jego aktualny kształt, czyli na ten „kulturowy system semiotyczny”, przez który dzisiaj obserwujemy świat. Innymi słowy, język pośredniczy w tworzeniu obrazu rzeczywistości, który to obraz odciska piętno na języku. W tym względzie, język naturalny podobny jest do języka fizyki, gdyż jak wiadomo od czasów Wernera Heisenberga, natura nie może być bezpośrednim przedmiotem badań, a studiuje się ją jedynie poprzez kulturowo uwarunkowane modele i pojęcia.

Przedstawienie problemu znaczenia językowego jako procesu korelacji formy z reprezentacją oraz wprowadzenie mechanizmu selekcji z opcji pozwalają z jednej strony opisać mechanizm zmiany językowej, z drugiej - odnosić się do jednostkowych idiosynkratycznych znaczeń za pomocą znaczeń standardowych, zakodowanych. Odnośnie do złożenia językowego, ww. model pozwala zastąpić nierozwiązywalny problem określenia znaczenia konstrukcji językowych na podstawie znaczeń komponentów składowych i składni, rozwiązywalnym problemem doboru najlepiej pasującej reprezentacji z danego zbioru opcji określonych funkcjonalnie przez zadaną sytuację. Takie podejście, włączające reprezentacje obiektów określonych sytuacyjnie, otwiera system językowy zarówno na poziomie pojedynczej kategorii, jak i pozwala na modelowanie nie tylko czysto kombinatorycznych złożzeń semantycznych. Z kolei zmiana semantyczna, jak to wyjaśniono dalej, może mieć wpływ na procesy samoregulacji struktury, tj. może umożliwiać samoregulację komponentów leksykalnych oraz jej dystrybucję w stosunku do formy.

4. Testowanie teorii i modeli językoznawczych w paradygmacie nauk empirycznych

W paradygmacie nauk empirycznych dąży się do wyjaśniania zjawisk językowych poprzez postulowanie ogólnych i uniwersalnych teorii, które podlegają testowaniu po ich zastosowaniu do modeli konkretnych zjawisk. Modele konkretnych zjawisk zawierają również warunki szczegółowe, umożliwiające budowanie hipotez dotyczących mierzalnych rezultatów (Bunge, 1972; Grabińska, 1994). Poniżej pokazano, jak wykazać słuszność zaproponowanej teorii korelacji formy ze znaczeniem przez test modelu zjawiska uszeregowania przymiotników w grupie nominalnej. Aby tego dokonać

przyjęto dodatkowo istnienie dwóch praw językowych, dotyczących procesu korelacji struktury językowej z reprezentacją, stanowiących uszczegółowione wersje ogólnego oraz przez wielu akceptowanego prawa (np. Grzybek, 2006), iż język jest rezultatem ekonomizacji procesu komunikacji.

Prawo 1: Preferowane ustawienie elementów języka, które na danym etapie procesu samo-organizacji nie jest zdeterminowane, jest takie, że statystycznie zwiększa precyzję (zatem ekonomikę) komunikacji językowej w poszczególnych użyciach. Proces ten zachodzi w ten sposób, że osoby preferujące takie ustawienie zwiększające precyzję wypowiedzi, są lepszymi komunikatorami, zatem statystycznie częściej odnoszą sukces przekładający się statystycznie na oddziaływanie ich idiolektu na duże grupy społeczne, np. przez media czy system edukacji. Ten idiolekt staje się więc korpusem słyszany dla szerokiej grupy społecznej, w ten sposób wpływając na dużą liczbę poszczególnych idiolektów, a w efekcie na korpus językowy danej społeczności.

Prawo 2: W podobny sposób preferowane jest ustawienie elementów językowych prowadzące statystycznie do zmniejszenia rozrzutu wewnątrznie zakodowanych kategorii semantycznych (powodujących statystycznie zwiększanie precyzji reprezentacji skorelowanych z formami językowymi).

Hipoteza dotycząca kolejności przymiotników w grupach nominalnych:

Wobec proponowanego mechanizmu procesu korelacji formy z reprezentacją, prawa 1 i 2 będą spełnione, jeżeli przymiotniki skalujące (Zielińska, 1997), (pokazujące miejsce na skali, takie jak *duży*) będą poprzedzać przymiotniki kategoryzujące, tj. tworzące nowe kategorie (takie jak *pocztowy* w grupie nominalnej *kartka pocztowa*; bądź podkategorie, takie jak *drewniany* w grupie nominalnej *drewniany dom*).

4.1. Jakościowe uzasadnienie badanej hipotezy

1. Przymiotnik nieskalujący (słabo-skalujący), działający na szerzej reprezentowanej kategorii, ma mniejsze szanse wybrania wartości nie prototypowej, niż działając na podkategorię (kategorię dodatkowo ograniczoną uprzednim działaniem). Rozważmy np. znaczenie przymiotnika *czerwony* w grupie nominalnej 'czerwony ptak' użytej w odniesieniu do ptaka w krakowskim ZOO. W krakowskim ZOO, czerwony ptak to papuga *Ara*,

która ma prototypowo czerwony kolor. Zatem leksem *czerwony* wybiera tutaj prototypową czerwień. Tymczasem, jeżeli przymiotnik *czerwony* użyjemy w odniesieniu do zawężonej kategorii *duży ptak*, to {czerwony [duży ptak]} w krakowskim ZOO będzie odnosić się do flaminga o czerwieni w kolorze różu. Zatem użycie przymiotnika nieskalującego po użyciu przymiotnika skalującego może powodować rozmycie statystycznie rozumianej reprezentacji danej kategorii przymiotnika nieskalującego. Natomiast, ponieważ przymiotniki skalujące i tak nie mają absolutnych wartości, opóźnienie ich użycia - kodowane większą odległością od rzeczownika - może wprawdzie również spowodować zmianę ich wartości kodowanej, ale ta jest tutaj drugorzędna, gdyż przymiotniki skalujące używane są przede wszystkim wybierająco, zatem nie ma to znaczenia dla ekonomii sytemu językowego.

2. Przymiotniki kategoryzujące tworzą skalę dla wartości wybieranych przez przymiotniki skalujące, zatem wcześniejsze użycie przymiotnika kategoryzującego (wyznaczającego podkategorię) - wyznaczone bliskością od rzeczownika - zwiększa precyzję wypowiedzanego komunikatu. Przykładowo, 'długi stalowy most' może być znacznie dłuższy od 'długiego drewnianego mostu', a 'stary kamienny most' znacznie starszy od 'starego drewnianego mostu.' Zatem wczesne użycie przymiotników kategoryzujących poprawia precyzję systemu językowego. Podsumowując, użycie przymiotników w grupie nominalnej [Przymiotnik, Przymiotnik, Rzeczownik] w kolejności [Przymiotnik skalujący, Przymiotnik kategoryzujący], co odpowiada wcześniejszemu zastosowaniu przymiotnika kategoryzującego do rzeczownika, czyni system językowy bardziej precyzyjnym.

4.2. Ilościowe uzasadnianie hipotezy o kolejności użycia przymiotników w grupach nominalnych

Aby powyższą hipotezę przetestować ilościowo, można np. porównać względną prepozycyjność przymiotników w grupach nominalnych P_1 P_2 R_z , gdy $P_1=P_{1a}$ jest zbiorem przymiotników bardziej skalujących (gradacyjnych), z $P_1=P_{1b}$ zbiorem przymiotników mniej skalujących. Podobnie można porównać względną prepozycyjność przymiotników bardziej kategoryzujących i mniej kategoryzujących w pozycji P_2 itp. Serię tego typu badań przeprowadzono (Zielińska, 2007b) i wykazano statystycznie znaczący wzrost prepozycyjności dla zbiorów przymiotników bardziej skalujących niż dla mniej skalujących oraz wzrost postpozycyjności dla zbiorów przymiotników bardziej kategoryzujących niż dla kategoryzujących. Problemem w badaniach

(Zielińska, 2007b) było jednak częściowe odnoszenie się do intuicji semantycznej badaczki w wyznaczaniu zbiorów bardziej, mniej skalujących, czy bardziej i mniej kategoryzujących. I tak np. podzielono przymiotniki koloru na bardziej gradacyjne, typu *jasny*, *ciemny*, *blady*, *żywy* i mniej gradacyjne, typu *czerwony*, *zielony*, *czarny*, *biały* (Zielińska, 2007c). Lepszą metodą, byłoby zoperatoryzowanie pojęcia stopnia skalowania i stopnia kategoryzacyjności przez obiektywne, ilościowe charakterystyki korpusu.

Stephanie Wulff (Wulf, 2003) proponuje badanie wpływu różnych czynników wpływających na pozycję przymiotnika w grupach nominalnych [P, P, Rz] poprzez zoperatoryzowanie poszczególnych czynników. Wulf operatoryzuje stopień skalowania danego przymiotnika poprzez stosunek liczby występowania danego leksemu w stopniu wyższym i najwyższym do liczby wszystkich wystąpień tego leksemu. W ten sposób Wulf wskazuje na statystycznie dominujący wpływ stopnia skalowania danego przymiotnika na jego prepozycyjność bez odnoszenia się do własnej intuicji. Niestety jej próby zoperatoryzowania pojęcia „bycia przymiotnikiem kategoryzującym” (kategorio-twórczym), analogicznego do zoperatoryzowania pojęcia „stopnia bycia przymiotnikiem skalującym”, nie udały się, co podkreśla sama badaczka. Bowiem, wbrew dobrze opisanym przez wielu badaczy faktom, wynikającym z odnoszenia się do intuicyjnej kategoryzacji semantycznej, badania Wulf nie wykazują wpływu stopnia kategoriałności na pozycję przymiotnika w grupie nominalnej. Wynik ten nie oznacza fiaska metodologii, a jedynie to, że Wulf nie udało się dobrze zoperatoryzować pojęcia bycia rzeczownikiem kategoryzującym. Ogólnie, poza propozycjami Wulf, można by jeszcze spróbować tego dokonać za pomocą ‘informacji wzajemnej’, a w języku polskim przez obliczenie względnej postpozycyjności przymiotnika (liczby postpozycyjnych użyć danego przymiotnika w grupach nominalnych do wszystkich jego użyć w grupach nominalnych) i zbadanie korelacji między względną prepozycyjnością danego przymiotnika w stosunku do drugiego przymiotnika, z którym wspólnie poprzedza rzeczownik, tj. w sekwencji $P_1.P_2.Rz$, a jego względną postpozycyjnością w korpusie, zdefiniowaną stosunkiem liczby użyć RP do liczby wystąpień fraz PR i RP.

Należy tutaj zaznaczyć, że badania Wulf mają na celu wyłącznie opis ilościowy zjawiska, a nie poszukiwanie wyjaśnienia dla znalezionych zależności. Są więc typem poszukiwania zasad empirycznych, podobnie jak to czynił Kepler poszukując matematycznej reguły opisującej posiadane dane dotyczące ruchu planet, zebrane głównie przez Tycho de Brahe. Ale hipotezy empiryczne Johanna Keplera nie wyjaśniają ruchu planet, a wynikają z ogólniejszych, wyjaśniających praw Isaaca Newtona, zastosowanych do

modelu kosmologicznego. Podobną rolę do praw Newtona w omówionej sytuacji kosmologicznej odgrywa postulowany model korelacji formy ze znaczeniem oraz prawa ustawienia elementów językowych (Zielińska, 2007; Zielińska, 2011). Zaproponowane przez autora prawa socjologiczno-psychologiczne mają charakter uniwersalny. Przyjmując ich słuszność nie powinno być zaskoczeniem, że podobne zjawisko do opisanego w języku angielskim zaobserwowano w językach niemieckim, węgierskim, fińskim, chińskim, a także w polskim (Zielińska, 2007), mimo iż tego ostatniego faktu nie odnotowują jeszcze żadne gramatyki języka polskiego. Wręcz przeciwnie, wśród polonistów i polskich językoznawców praktycznie do dzisiaj jest przekonanie o dowolności ustawienia przymiotników w języku polskim.

Obserwacje ograniczeń kolejności przymiotników w odniesieniu do języka polskiego czyni wprowadzie również Elżbieta Tabakowska (Tabakowska, 2007), ale jest to praca prowadzona w odmiennej metodologii w stosunku do tej, opracowanej przez autorkę (Zielińska, 2007). Można by rzec, że te dwie prace reprezentują dwie kultury. Tabakowska, znana tłumaczka, prowadzi bowiem badania oparte o intuicję. Omawiając intuicyjny, semantyczny opis stylistycznej wartości wybranej kolejności leksemów, Tabakowska konkluduje, że zasady ikonizacji determinują kolejność przymiotników w grupach nominalnych [P, P, Rz], ale że zasad tych można nie stosować ze względów stylistycznych. Taki wniosek ma strukturę logiczną tezy Zygmunta Freuda, że „każdy mężczyzna ma kompleks Edypa, ale niektórzy go ukrywają,” którym to przykładem posługiwał się Karl Popper, omawiając hipotezy naukowo nietestowalne. Natomiast autorka prowadzi badania w paradygmacie nauk empirycznych, tłumacząc pewne ilościowe cechy korpusu językowego, charakteryzujące kolejność użycia przymiotników, w sposób zgodny z metodologią nauk empirycznych.

LITERATURA

- Altman G., Towards a Theory of Language. "Glottometric", 1, 1978, s. 1-34.
- Bickhard M.H., Campbell R.L., Some Foundational Questions Concerning Language Studies. "Journal of Pragmatics", 17, 1992, s. 404-458.
- Bunge M., Method, Model and Matter. Springer, Holandia 1972.
- Bunge M., Emergence and convergence. Qualitative Novelty and the Unity of Knowledge. University of Toronto Press Inc., Toronto 2003.
- Grabińska T., Teoria, model, rzeczywistość. Ofic. Wydaw, Pol. Wroc., Wrocław 1993.
- Grzybek P., Contributions to the Science of Text. Reidel. Boston 2006.

- Karmiloff-Smith A., *Beyond Modularity: A Developmental Perspective on Language*. The MIT Press, Cambridge MA 1995.
- Karmiloff-Smith A., *Rethinking Innateness: A Connectionist Perspective on Development (Neural Network and Connectionist Modelling)*. The MIT Press, Cambridge MA 1996.
- Karmiloff-Smith A., *Developmental Perspective on Modularity*. W: Glatzeder B., Goel V.; Mueller A. von (red.), *Towards a Theory of Thinking*. Part 3, Springer Verlag, Berlin Heidelberg 2010, s. 179-187.
- Kołodziejczyk P., *Funkcjonalizm jako filozoficzna podstawa teorii sztucznej inteligencji*. <http://www.kognitywistyka.net/artykuly/pk-fjftsi.pdf> (2002 r.).
- Malinowski B., *Ogrody koralowe i ich magia*. W: Malinowski B., *Dzieła*. Tom 5, PWN, Warszawa 1987.
- Mey J.L., *Pragmatics*. Blackwell, Oxford 2001.
- Tabakowska E., *Iconicity and linear ordering of constituents within Polish Nps*. W: Kochańska A. (red.), *Cognitive Paths into the Slavic Domain*. Cognitive Linguistic Research. Walter de Gruyter, Berlin 2007.
- Tsien J.Z., Lin L., Osan R., Shoham S., Jin W., Zuo W., *Identification of Network Level Coding Units for Real Time Representation of Episodic Experiences in the Hippocampus*. "Proceedings of the National Academy of Science USA", t. 102, nr 17., 2005, s. 6125-6130.
- Tsien J.Z., Lin L., Osan R., *Organizing Principles of Real-Time Memory Encoding Neural Cliques Assemblies*. W: Tsien J.Z. (ed.), *Trends in Neurosciences*. Tom 29, nr 1, s. 48-57, 2006.
- Tsien J.Z., Lin L., Chen G., Kuang H., *Neural Encoding of the Concept of Nest in the Mouse Brain*. "Proceedings of the National Academy of Science USA", vol. 164, nr 14, April 2007, s. 6066-6071.
- Wulff S., *A multifactorial corpus analysis of adjective order in English*. "International Journal of Corpus Linguistics", t. 8.2, 2003, s. 245-282.
- Zielińska D., *A Note on the Extended Functional Analysis*. "Journal of Pragmatics", 27, 1997, s. 841-843.
- Zielińska D., *The selective Mode of Language Use and the Quantized Communicative Field*. "Journal of Pragmatics", 39, 2007a, s. 813-830.
- Zielińska D., *Proceduralny Model Języka*. Wydaw. UJ, Kraków 2007b.
- Zielińska D., *Polish-English contrastive study of the order of noun phrase premodifiers*. 4 Corpus Linguistics Conference, Birmingham: <http://www.corpus.bham.ac.uk/conference2007/zielinska.html> (2007c).

Zielińska D., The mechanism of the form-content correlation process in the paradigm of empirical sciences. W: Capone A., Lo Piparo F., Carapezza M. (red.), Foundations of Philosophical Pragmatics. Springer, Berlin 2011 (w druku).

MODELOWANIE RZECZYWISTOŚCI JAKO PRZEDMIOT EDUKACJI

THE MODELLING OF REALITY AS A SUBJECT OF EDUCATION

Joanna Bartosik*, Waldemar Korczyński**

Abstract

The building of various models of the real world is of the fundamental meaning for the knowledge. A model is "good" if it unifies some "partial" models into a "global" one. Such "aggregating" models usually change some important paradigms and determine new ones. One says they are "crucial". The point is that such crucial theories appear lately very seldom; the scientific work seems to concentrate on the mass production of very "local" models. In our opinion an important reason of such a situation is the lack of motivation to unify of local theories into consistent descriptions being their common generalization. It seems one of the reasons is the lack of the habit of an easy articulation of the fact that any knowledge starts from a model of a part of the real world. The situation can be changed by a modification of the high school education of mathematics.

1. Wstęp

Pisanie o znaczeniu modelowania dla rozwoju nauki, techniki czy choćby jako tako normalnego funkcjonowania we współczesnym świecie można uprawiać poprzez trywializowanie sprawy, albo - jeśli ma się odpowiednio głęboką wiedzę z psychologii, socjologii i oczywiście logiki - bardzo głębokie wnikanie w procesy przetwarzania danych przez pojedynczego człowieka i grupy ludzi. My takiej wiedzy nie mamy. Gdyby uwierzyć Arturowi Schopenhauerowi, to rzec by można, że gotowy model potrzebny jest tej „gorszej” części ludzi, którzy nie doznają błysku „oślnienia”, aby natychmiastowo dostrzegać rozwiązanie problemu, ale muszą żmudnie poszukiwać go, chodząc małymi krokami niedaleko od wydeptanych przez innych ścieżek wiedzy. Budowa nowych modeli, to w tym rozumieniu raczej tworzenie nowych paradygmatów, sposobów ujmowania świata przez nasz niedoskonały umysł. Rzeczywistość jest bardziej prozaiczna i nie wytycza

* dr Joanna BARTOSIK, Katolicki Uniwersytet Lubelski, Lublin.

** dr Waldemar KORCZYŃSKI, Wyższa Szkoła Umiejętności, Kielce.

tak jasnej granicy między geniuszem a pospolitym „przetwarzaczem wiedzy” (którym jest każdy myślący za pomocą tzw. pojęć, czyli werbalnych obrazów rzeczywistości, człowiek). Pokazuje co najwyżej (*vide* rozmaite opisy rozkładów „inteligencji”, „talentów”) zmianę gęstości występowania uzdolnień. Począwszy od wprowadzonej na początku XIX w. przez Wilhelma von Humboldta pruskiej reformy edukacji do mniej więcej lat 30. ubiegłego stulecia to zróżnicowanie ludzi wyznaczało również w jakimś sensie ich „powinności społeczne”. Geniusze mogli (jeśli mieli za co) żyć i tworzyć wedle własnych upodobań, a reszta musiała pracować wedle ustalonych przez innych wzorców, wykonując relatywnie proste czynności w polu, urzędzie czy na taśmie produkcyjnej. Geniuszy finansowali często różni mecenaszi, a ambicje reszty społeczeństwa regulowane były stopniem zaможności: odziedziczyłeś majątek, to mogłeś go przehulać; jeśli nie było za co hulać, to trzeba było żyć wg zasad wyznaczonych przez tych majątynych.

Dziś naukę finansuje się skomplikowanym systemem wynagrodzeń pracowników instytucji naukowych i jeszcze bardziej skomplikowanym systemem różnych grantów, projektów i „zamówień publicznych”. Na to idą ogromne pieniądze, a rezultaty wydają się być jakościowo¹ coraz to słabsze. Gdyby ową „jakość” nauki mierzyć np. stosunkiem odkryć przełomowych, tj. łamiących pewien paradygmat do ogólnej ilości „odkryć naukowych” (dziś powiedzielibyśmy „wyników”), to rzecz by można, że spadek tak rozumianej „jakości” jest wręcz dramatyczny. Są i tacy, którzy powiadają, iż ostatnie wielkie teorie fizyki powstały na początku ubiegłego stulecia², a potem były już tylko wyniki przyczynkowe. Czy to oznacza, że populacja ludzi podobnych do Alberta Einsteina, Maxa Plancka czy Wernera Schrodingera tak drastycznie się zmniejsza? Gdyby tak miało być, to ich procentowy udział w populacji malałby jeszcze bardziej. Nie znamy żadnych badań w tym zakresie, które potwierdzałyby tę tezę. A może to właśnie obowiązujący dziś sposób uprawiania nauki eliminuje takich ludzi lub znacznie utrudnia im normalne funkcjonowanie?

Nauka jest obecnie bardzo „konkurencyjna”. Charakter naukowca liczy się tu prawie tak samo jak talent. Współczesny geniusz musi być nie tylko genialnym w swej wąskiej na ogół dziedzinie, ale musi być również swym własnym menedżerem. Musi też umieć sprzedać swój wynik „intelektual-

¹ Należy zaznaczyć, że pisanie o tzw. jakości nauki ma mniej więcej taki sens, jak rozważania na temat kształtu czy np. ciężaru muzyki, ale ludzie jednak o tej, nigdzie niezdefiniowanej, „jakości” mówią.

² Chodzi, oczywiście, o teorię względności i teorię kwantów.

nie”, tzn. pisać w ten sposób, by zostać zauważonym i cytowanym. W przeciwnym przypadku nie ma szans na naukowym rynku. Nie jesteśmy pewni, czy ubiegłowieczni geniusze sprostałyby tym wymaganiom. Zasada „*publish or perish*” wymusza pisanie szybko i pod publikę tę naukową. Pogodzenie obu tych wymogów jest bardzo trudne. Wydaje się, że właśnie ta konkurencja powoduje prezentowanie wyników cząstkowych, które nie są potem rozwijane do teorii (bo i po co, skoro perspektywa uzyskania takiej teorii może być odległa, a perspektywa końca naukowej kariery bliska?). A takie właśnie w miarę „globalne” teorie są najbardziej użyteczne.

W opinii autorów, powstałej sytuacji nie da się zmienić żadnymi reformami samej nauki, która nie funkcjonuje przecież w społecznej próżni. Jedynie, co można sensownie obecnie zrobić, to rozpocząć odwracanie naukowego „wyścigu szczurów” i kształcenia nawyku szukania w miarę „całościowych” opisów. Czyli budowy teorii (modeli) i rozmaitych sposobów manipulowania nimi dla ich „scalania”, „rzutowania” czy „transformacji”. To trochę tak, jak przejście od matematyki „rachunkowej” do „kategoryjnej”. I tak, jak w kształceniu matematyków, trzeba tu znaleźć właściwą proporcję „rachunków” do „konceptu”. Wydaje się, że zmiana podejścia do nauczania matematyki szkolnej poprzez rezygnację z dużej części niepowiązanych ze sobą „rachunków” i zastąpienie ich budowaniem teorii (modeli) tego, co uczeń/student widzi dokoła siebie, byłoby dobrym początkiem tego odwracania.

2. Pojęcie modelu

Słowo „model” używane jest w nauce w co najmniej dwóch różnych znaczeniach:

- 1) W logice przez model teorii rozumie się każdy obiekt „pasujący” do niej. W tym podejściu teoria to zbiór, nazwany T , wypowiedzi - $(p_i)_{i \in I}$, traktujących o pewnych, bliżej nieokreślonych przedmiotach i związkach między nimi. Ta nieokreśloność wyrażana jest m.in. przez obecność w tych wypowiedziach pewnych zmiennych, które można zastępować nazwami konkretnych przedmiotów. Zastąpienia (podstawienia) takie prowadzą do wypowiedzi o konkretnych obiektach i sytuacjach, co pozwala teorię „stosować w praktyce”. Aby się to udało musimy znać zarówno tzw. zakresy użytych zmiennych, jak i znaczenie występujących w wypowiedziach teorii symboli orzeczeń (*predykatów*

i operatorów³). Takie przypisanie „znaczenia” zmiennym, predykatom i operatorom nazywa się zwykle *interpretacją* języka teorii. Interpretacja ta prowadzi do systemu algebraicznego, zwanego *interp(T)*, który traktować można jako „urealnienie” abstrakcyjnej teorii. Tak rozumianym modelem teorii grup jest np. grupa przekształceń dowolnego, ale konkretnego zbioru dwuelementowego. Innym modelem tej teorii jest grupa przekształceń równie konkretnego zbioru o czterech elementach. Wspomniane wyżej przypisanie można zilustrować w sposób następujący:

$$\begin{array}{l} \text{zmiennie} \\ \left\{ \begin{array}{l} x_1, x_2, \dots, x_k \rightarrow A_x \\ y_1, y_2, \dots, y_l \rightarrow A_y \\ z_1, z_2, \dots, z_m \rightarrow A_z \end{array} \right\} \\ \text{zbiory} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{operatory} \\ \left\{ \begin{array}{l} \omega_1 \rightarrow \Phi_1 \\ \omega_2 \rightarrow \Phi_2 \\ \omega_p \rightarrow \Phi_p \end{array} \right\} \\ \text{funkcje} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{predykaty} \\ \left\{ \begin{array}{l} T_1 \rightarrow \rho_1 \\ T_2 \rightarrow \rho_2 \\ T_r \rightarrow \rho_p \end{array} \right\} \\ \text{relacje} \end{array}$$

Przyporządkowanie to spełniać musi znane warunki poprawności, gwarantujące np. to, że predykatowi pięcioargumentowemu nie przypiszemy relacji binarnej. W taki sposób słowo „model” jest widziane w logice. Modelowanie odnosiłoby się zatem do teorii i polegałoby na poszukiwaniu odpowiadającego owej teorii - równie abstrakcyjnego - systemu relacyjnego (algebraicznego), spełniającego aksjomaty teorii. Tak rozumiane modelowanie ma jednak raczej ograniczoną użytecz-

³ Przez operator należy tu rozumieć predykat „jednoznaczny”, tj. mogący być nazwą funkcji. Wyodrębnienie takich predykatów ułatwia manipulowanie nazwami obiektów, co w modelowaniu, np. ukierunkowanym na symulację zachowania obiektu przez program komputerowy, ma znaczenie zasadnicze.

ność; wykorzystywane jest głównie do pokazywania niesprzeczności teorii. Inne sposoby użycia są bardzo rzadkie.

- 2) W życiu codziennym modeluje się różne (również abstrakcyjne) obiekty, sytuacje i procesy, które w jakiś sposób w naszym realnym świecie występują (Trivisa, 2011; Korczyński, 2000). Przez model obiektu A rozumie się tu taki obiekt B, który w jakiś sposób „udaje” modelowany obiekt. W tym sensie, modelem rzeczywistego samolotu (okrętu, samochodu) jest bryła przystająca lub co najmniej podobna do kadłuba tego samolotu (okrętu, samochodu). Badanie w stosownych urządzeniach oporu aerodynamicznego takiej bryły pozwala zaoszczędzić mnóstwo pieniędzy, które trzeba byłoby wydać na zbudowanie rzeczywistego samolotu (okrętu, samochodu) i umieszczenie go w tunelu. Tak rozumianym modelem są również np. ćwiczenia wojska, policji czy straży pożarnej, kiedy to odpowiednia inscenizacja „udaje” możliwe do przewidzenia sytuacje. W obu tych przypadkach obiekt modelowany (obiekt A) i modelujący (obiekt B) są prawie równie rzeczywiste. W pierwszym przypadku oba są materialne, w drugim zawierają ponadto tak samo zdefiniowane związki przestrzenne i „operacyjne” (np. aktorzy odgrywają rolę „rzeczywistych” uczestników wydarzeń), (Grabińska, w tym tomie). Ten drugi przypadek jest szczególnie ważny dla wyrobienia pewnych nawyków (np. trening bokserski, gdzie worek jest modelem przeciwnika) lub umiejętności (np. w kształceniu medyków, gdzie różne, obecnie już „inteligentne” i bardzo drogie, manekiny „udają” żywego człowieka). Tak rozumiane modelowanie możliwe i sensowne jest jednak tylko dla bardzo nielicznej klasy obiektów. W ogromnej większości przypadków taka „realność” modelu jest trudno osiągalna i prawie zawsze bardzo droga. Trudno też wyobrazić sobie takie modelowanie, np. obiektów „społecznych”, zachowań społeczeństwa wobec zasadniczych zmian prawa czy np. cen. Modelowanie może dotyczyć obiektów (sytuacji, procesów), które już nie istnieją lub takich, które jeszcze nie istnieją. To pierwsze wykonuje się dla rekonstrukcji przeszłości, to drugie jest ważnym etapem konstruowania przyszłości. Przykładem rekonstrukcji *ex post* jest dochodzenie policyjne, a przykładem modelowania *ex ante* wspomniane sprawdzanie oporu aerodynamicznego bryły o kształcie budowanego samolotu. Obiekt B „udający” modelowany obiekt A może być jednak zadany pewnym opisem. W tym sensie modelem okolicy Warszawy jest mapa, która w konkretnym atlasie ma równie konkretny numer, a modelem przepływów między gałęziami gospodarki narodowej zapropo-

wany przez Leontiewa układ równań liniowych. Każdy z tych modeli prezentuje pewne własności modelowanego obiektu, które użytkownik modelu może jakoś wykorzystać. To „jakoś” jest na ogół dobrze określone przed budową modelu jako *cel modelowania*. W przypadku mapy jest to m.in. umożliwienie rozważań dotyczących planowanej trasy (np. przez kierowcę samochodu), budowy zapory wodnej (np. przez melioranta) czy linii umocnień (np. przez wojska). Nie ma map uniwersalnych; każda konstruowana jest w określonym celu i ma dostarczać użytkownikowi takich informacji, jakich potrzebuje. Oznacza to, że wiele innych informacji o modelowanym obiekcie jest pomijanych lub zniekształczanych. Typowym przykładem mogą być różnice między mapą administracyjną czy drogową, a mapą nawigacyjną, która zachowuje kąty. Próba liczenia powierzchni na tej drugiej skończy się fatalnie; im dalej od równika tym bardziej będzie ona „rosnąć”. Ważnym przykładem modeli są różne „modele komputerowe”. Dlatego jest to napisane w cudzysłowie, bo nie ma żadnego dobrego określenia, a definiowanie *ad hoc* wydaje się być w tym miejscu zadaniem zbyt ambitnym. Generalnie chodzi tu o komputerowe implementacje różnych opisów, teorii, modelowanych obiektów. Teoria taka opisuje pewne własności tych obiektów w języku matematyki i wykorzystuje znane twierdzenia matematyczne do otrzymywania z nich nowych właściwości, nieobecnych w „oryginalnym” opisie. Można, oczywiście, dyskutować, czy są to rzeczywiście właściwości nowe, skoro udało się je uzyskać drogą wnioskowania z własności „starych”, ale jest to tylko inna wersja rozmowy o związkach *aksjomatów* teorii (oryginalny, „stary”, opis modelowanego obiektu) z wyprowadzonymi z tych aksjomatów *twierdzeniami* teorii. W odczuciu autorów jest to w kontekście modelowania dyskusja raczej akademicka, która nie wnosi wiele do kwestii modelowania. Istotną cechą wszystkich takich „komputerowych” modeli jest fakt, że to właśnie wspomniane wyżej twierdzenia (lub ich tezy) wyrażają poszukiwaną przez konstruktora modelu informację. Tak, jak w przypadku tunelu aerodynamicznego ufa się odczytom dynamometru, a w przypadku mapy - poprawności pomiarów lub dokładności zdjęć satelitarnych, to w przypadku modeli matematycznych należy zaufać niezawodności reguł przekształcania wyrażań (termów i formuł stosownego języka). W tej pracy brane będą pod uwagę wyłącznie takie modele. Z punktu widzenia logiki model jest więc trójką postaci:

$$M = (\text{język}(M), \text{aksjomaty}(M), \text{logika}(M)),$$

gdzie:

para $(\text{język}(M), \text{aksjomaty}(M))$ jest pewną definicją aksjomatyczną (prezentacją, specyfikacją) modelowanego obiektu, a $\text{logika}(M)$ składa się z wybranych twierdzeń matematyki i stosownej do ich oraz aksjomatów logiki, tj. reguł przetwarzania formuł.

3. Ważna uwaga o logice

Należy podkreślić, że przez logikę modelu rozumie się nie tylko zbiór reguł przetwarzania formuł, ale jego unię ze zbiorem wykorzystywanych twierdzeń. Podejście takie jest niezgodne z normalnym oddzielaniem reguł wnioskowania (logiki) od tego, co reguły te przetwarzają, tj. aksjomatów. To ostatnie sugerowałoby dołączenie wykorzystywanej części matematyki do aksjomatów modelu. Rzecz w tym, iż w przypadku modeli „komputerowych” na stałe są obecne (zaimplementowane) w komputerze (programie) właśnie ustalone twierdzenia matematyki i pewna logika (zazwyczaj klasyczny rachunek predykatów). To jest to, czym „modelarz” realnie dysponuje. Budując model trzeba określić głównie dwa pierwsze człony wspomnianej trójki. Teorie czy systemy relacyjne mogą się zasadniczo różnić. O różnicach formalnych (np. język, różne wyartykułowanie **tych samych** własności itp.) napisano mnóstwo prac i autorzy nie mają ambicji ani możliwości, aby ten zbiór tekstów powiększać.

Takie pojęcia, jak „rozmaitość” czy „instytucja” występują w matematyce od wielu lat, ale przeciętny użytkownik „komputerowych modeli rzeczywistych obiektów” nawet o nich nie słyszał. Zazwyczaj nauczył się posługiwania konkretnym programem i nie widzi potrzeby rozważania związków między programami do niego podobnymi. Bywają jednak sytuacje, gdzie taki standardowy „modelarz” musi podjąć decyzję wyboru programu (modelu) lub „przeniesienia” swych wyników do innego programu. Jedną z takich sytuacji jest pytanie o to, czy wybrać model dyskretny, czy ciągły. Rzecz w tym, iż modele takie są zazwyczaj zupełnie niekompatybilne i próba dokończenia w modelu „ciągłym” badań rozpoczętych z modelem „dyskretnym” kończy się zazwyczaj fiaskiem. W matematyce „ciągłość” osiąga się często przez różne przejścia graniczne.

W przypadku modeli należałoby się zastanowić nad odpowiednimi konstrukcjami granic kategorijskich. Jak jednak z większością granic bywa, jest to możliwość czysto teoretyczna, bo wszystkie realnie funkcjonujące

modele (w sensie powyższej trójki) są nie tylko dyskretne, ale po prostu skończone. Jest chyba nawet gorzej; wiele modeli „dyskretnych” funkcjonuje w oparciu o „ciągłe” rachunki, wykonywane przez program wykorzystujący wyłącznie bardzo „dyskretne” obciążenia dziesiętnych rozwinięć liczb rzeczywistych. Ta nieusuwalna bariera między modelami „dyskretnymi” i „ciągłymi” jest, niestety, całkowicie prawie pomijana w większości prezentacji znanych modeli, a bywa, że również w różnych „ogólnych” wykładach o modelowaniu.

4. Potrzeba „syntezy” modeli

Czy dziś można rozwiązać problem „syntezy” modeli? Chyba nie. Modelowanie w sensie tworzenia, przetwarzania i porównywania modeli rzeczywistości nauczane jest na każdym - od przedszkola do studiów doktorskich - poziomie i na zajęciach z każdego „przedmiotu nauczania”. Jest nauczane, bo inaczej się nie da; do planowania czegokolwiek niezbędny jest zawsze określony model świata. Rzecz w tym, iż modele te, mimo, że budowane tak naprawdę „na jedno (matematyczne) kopyto” przypisywane są na stałe do konkretnych dziedzin nauki. Bardzo często w ramach tego samego przedmiotu używa się nawet wielu różnych modeli „lokalnych”, nie przejmując się ich wzajemnymi związkami.

Bywa, że chodzi o modelowanie tego samego zjawiska. Przypomina to sytuację spotykaną np. w obrazowaniu w medycynie, kiedy to np. „zdjęcie” wykonane przez tomograf komputerowy, składane jest z wielu częściowych obrazów. W wielu badaniach naukowych poprzestaje się na robieniu tych „wycinkowych zdjęć”. Jest oczywiste, że - w przeciwieństwie do procedury tworzenia przez tomograf „globalnego obrazu” narządu z jego cząstkowych przekrojów - nie można oczekiwać żadnego uniwersalnego sposobu syntezy czasami różnych opisów tego samego obiektu czy procesu. Problem polega na tym, że we współczesnej nauce taka synteza się po prostu nie opłaca. A nie opłaca się głównie ze względu na czasochłonność i wysoki stopień ryzyka. Finansowana grantami, przy dużej konkurencji, nauka nie jest dobrym miejscem do takich działań.

Nie bardzo też widać „prestżowe” efekty takiej syntezy. Jeśli „modelarz” scalił dwa wyraźnie „różne” modele, to tak miła każdemu naukowcowi „sława mołojcka” jest pewna. Jeśli jednak pokazał tylko, że kilku innych

osiągnęło wyniki w jakimś sensie „zgodne”⁴, a stwierdzenie tego faktu ani nie jest zaskoczeniem, ani nie wymagało szczególnie skomplikowanych metod, to praca taka nie jest szczególnie wysoko oceniana, tj. po prostu nieoptyczna. A od takich „nieoptycznych” scaleń trzeba by zaczynać. Chodzi bowiem o to, że można to zwykle robić na wiele sposobów i może się okazać, że któreś z tych scaleń będzie dobrą odskocznią do tego „wielkiego”, przełomowego kroku, który zmieni nasz sposób widzenia świata.

Czy możliwa jest „synteza” modeli jutro? W perspektywie kilku lat pewnie nie. Wydaje się jednak, że w dłuższym horyzoncie czasowym tak. Można spróbować wyrobić w ludziach potrzebę „uspójniania” wyników różnych badań. Najprościej, nawyk (bo to musi być nawyk właśnie!) taki wyrobić może szkoła przez właściwe edu-wychowanie. Nie napisano „przez edukację” ani „przez wychowanie”, bo zadań szkoły nie można ograniczać ani do samej edukacji, ani - tym bardziej - do wychowania.⁵ Nawyk taki kształtować można w nauczaniu wszystkich przedmiotów, ale najlepiej nadaje się do tego matematyka. Powodów jest kilka:

1. Dotychczasowy paradygmat nauczania matematyki w szkole się zużył. Czas, gdy wystarczającym uzasadnieniem konieczności uczenia się czegokolwiek był dla ucznia autorytet nauczyciela, minął. Nie wiadomo, jak nauczyciele przekonują dziś swych uczniów, że warto uczyć się np. cech przystawiania trójkątów, ale wiadomo, że znacznie łatwiej byłoby nawiązać do posługiwania się np. niektórymi programami komputerowymi. O przystawianiu trójkątów trudno jest w tym kontekście mówić,

⁴ Być może lepiej byłoby tu napisać „niesprzeczne”, ale w większości przypadków chodzi o coś więcej; o to, by oba „scalane” modele mówiły coś o tym samym aspekcie badanej rzeczywistości.

⁵ Panuje tu - ogólnie - generalny bałagan. Z jednej strony nie ma jasnych podziałów zadań wychowawczych między szkołą a rodziną, z drugiej nikt chyba nie wie, co zrobić z dramatycznie rosnącą liczbą rodzin wychowawczo niewydolnych. Nie bardzo więc wiadomo, jakie zadania wychowawcze szkoła powinna, a jakich nie powinna wypełniać. Do tych ostatnich należą na pewno sprawy światopoglądowe (ale warto tu zauważyć np. francuskie kłopoty z zasłanianiem twarzy uczennic). Ponieważ prawie każdy światopogląd startuje - w różnym stopniu - z pozycji akceptowania „lepszości” jego wyznawców, więc zadanie bezkonfliktowego wtórczenia, np. różnych grup religijnych w jedno w miarę homogeniczne społeczeństwo, jest bardzo trudne. Obecnie chyba nikt nie ma realizowalnego pomysłu, jak to zrobić. Jednak „wychowanie dla wiedzy” akceptowalne jest (przynajmniej częściowo, np. pozycja kobiet w islamie) przez większość aktualnie dużych grup religijnych. I takim właśnie wychowaniem mogłaby zająć się szkoła.

- ale o stojącym „za programem” matematycznym modelu rzeczywistości - znacznie łatwiej.
2. Nauczanie matematyki można sprowadzić do prezentacji różnych „przypadków szczególnych” jednego, uniwersalnego sposobu widzenia świata; specyfikacji obiektu poprzez podanie rozważanych rodzajów przedmiotów (sortów), określonych na tych przedmiotach funkcji (operatorów) i wiążących te przedmioty związków (predykatów). Takie podejście uczyni wprawdzie z matematyki coś bardzo „przyziemnego”, co dzisiejszej „królowej nauk” nie bardzo przystoi, ale umożliwi znacznie większej niż dziś liczbie uczniów zrozumienie ideologii opisywania świata językiem matematyki. Można dyskutować, na ile takie „wkładanie wszystkiego na jedno kopyto” rozwinie, a na ile stłamsi tak pożądaną intuicję i tzw. logiczne myślenie (np. kto potrafi jasno powiedzieć, jak to pojęcie rozumie dzisiejszy program nauczania matematyki?), ale nawet jeśli to lepszych uczniów zanudzi, to i tak chyba warto spróbować, bo obecnie tych lepszych i tak stłamsi bezkształtna masa uczniów, których nie daje się zmusić do nauczenia się np. wspomnianych cech przystawiania trójkątów. Tym lepszym uczniom można natomiast zaproponować dodatkowe zajęcia.
 3. Konsekwentne mówienie o matematyce jako o sposobie opisywania świata pozwoli na wyrobienie naturalnych załączków „matematyki kategoriijnej”, gdzie rozważane funkcje trzeba zawsze „dopasować” do stosownej klasy obiektów i zainteresowań budowniczego modelu. Obecnie nawet dobry (w rozumieniu szkolnym, tj. taki, który ma dobry stopień z matematyki) uczeń, a bywa, że i student, zapytany, czy np. funkcja przypisująca człowiekowi jego imię jest rosnąca, traci orientację i myśli, jak też może namalować jej wykres. Taka „kategorijność” pozwoliłaby na mniej bolesne przekraczanie bariery szkoły - uczelnia. Byłaby też dobrym wyjściem w kierunku uporządkowania uczniowskiej/studenckiej wiedzy z matematyki i - wbrew pozorom - sprowadziłaby tę matematykę bliżej uczniowskiej ziemi.

5. Podsumowanie

Można podać jeszcze wiele innych powodów, dla których warto „przerobić” obecne dziś nauczanie matematyki na nauczanie w miarę precyzyjnego opisywania rzeczywistości, czyli modelowania fragmentów naszego świata. Niewiele to jednak da, bo obowiązujący paradygmat ostrej konkurencji we wszystkich właściwie dziedzinach nie pozwala na wprowadzanie

zmian. Żadne sensowne działania nie znajdują obecnie społecznej akceptacji. Przeciętny obywatel ponarzekła na „kiepskich” nauczycieli, ale nic nie robi i nie zgodzi się na konieczne obniżenie tzw. poziomu nauczania poprzez znaczną - praktycznie do umiejętności potrzebnych do opisu niewielkiej liczby typów struktur matematycznych - redukcję programów. Odbierze to jako pozbawianie *jego* dzieci szans na rynku pracy (bo uzna, że bogatsi i tak posłać *swoje* dzieci do „lepszych” szkół prywatnych), udziału w życiu kulturalnym itp. A bez tego nie da się nic zrobić, bo ustawiona na obecnym poziomie, składająca się z bardzo luźno powiązanych „działów matematyki” (tzw. algebra, geometria, trygonometria itd.), obowiązująca wykładnia jest dla sporej części uczniów (i nauczycieli!) zbyt trudna, a dla lepszych - nudząca. Następnym problemem jest zakorzenione w ludziach całkowicie błędne przekonanie, że „prawdziwa (ta szkolna) matematyka” jest przedmiotem, który wymaga znacznie więcej „myślenia” niż „beźmyślnych” ćwiczeń. Bardzo często przeciwstawia się tu matematykę normalnemu przecież treningowi boksera czy piłkarza, którzy „beźmyślnie” właśnie walą w worek lub „główkują”, aby wyrobić swoisty „odruch”, umiejętność uderzenia we właściwy sposób, bez zastanawiania się nad poprawnym ułożeniem pięści czy głowy. Bo w nauczaniu np. boksu czy piłki kopanej przewagę „praktyki” (ćwiczeń) nad „teorią” ludzie widzą jako coś bardzo normalnego. Zaczynają też rozumieć, że bez tej „praktyki” nie da się poznać obcego języka i akceptują wielokrotne powtarzanie słówek (podobno średnio zdolny człowiek potrzebuje użyć nowego słowa - w różnych kontekstach - ok. 50 razy, by je zapamiętać). Na tak modnych obecnie korepetycjach większość czasu poświęca się na wielokrotne wykonywanie tych samych prostych czynności. Również na korepetycjach z matematyki, gdzie najczęściej rozwiązuje się wiele mało ambitnych zadań po to właśnie, by wyrobić odruch zobaczenia problemu w „przewidziany programem nauczania sposób”.

Można dyskutować nad sensownością przymuszania wszystkich ludzi do takiego samego widzenia ważnego społecznie problemu *policzenia wysokości komina fabryki* lub *momentu „kiedy spotkają się dwa pociągi”*, ale z punktu widzenia „efektywności nauczania” wszystko jest w porządku. Pobierający korepetycje uczeń rozwiązuje zadania lepiej niż ten, który na korepetycje nie chodzi. Tu przekonanie ludzi do konieczności zmiany sposobu myślenia o matematyce jest znacznie trudniejsze. Pewne łagodne przejście do jasnego powiedzenia, iż matematyka jest bardziej językiem do budowania modeli niż nauką (może to na tym jej „królestwo” polega?) na pewno bardzo by pomogło. Nie da się tego zrobić z dnia na dzień, ale jeśli tego nie spróbujemy, to produkcja opisów coraz to bardziej lokalnych ro-

snąć będzie wykładniczo, a Wieża Babel wyda się być może ideałem porozumienia między ludźmi.

LITERATURA

Grabińska T., O prawdziwości i adekwatności modeli symulacyjnych, artykuł w tym tomie, s. 11-19.

Korczyński W., Metody sieciowe - elementy filozofii podejścia. Wydawnictwo Akademii Świętokrzyskiej, Kielce 2000.

Trivisa K., Mathematical Modeling in the World, <http://www.cas.uio.no/Publications/Seminar/0809Trivisa.pdf> (stan z dnia: 25.11.2011 r.)

THE INFLUENCE OF SPACE-TIME MODELS ON INTERPRETATION OF EMPIRICAL DATA

WPŁYW MODELI CZASOPRZESTRZENI NA INTERPRETACJĘ DANYCH EMPIRYCZNYCH

Mirosław Zabierowski*

Abstract

Are we able in a deductive way to find physical instruments to investigate the effectiveness of energy production in observed material objects? Fortunately, it is possible to point out the operational meaning of this investigation. It is shown that the whole great controversy about the radiation production in material sources is dominated by the issue of the concrete standard model of the short time scale evolution. This result changes the evolutionary view on the absolute brightness M of the 'light factories', i.e. the absolute brightness cannot be treated as seriously underestimated and that the light plants cannot be of greater intensity.

1. Introduction

In the theory of expanding world the basic law is Hubble's law. This law says that the redshift z is proportional to the distance r , i. e. that $z = Cr$, $C = \text{const}$; z determines the speed v of the object going away. Vesto M. Slipher (Slipher, 1915) demonstrated the first transfer lines towards red side of spectrum for a dozen of galaxies.

Contrary to the Hubble's model there are static world models of Minowski, slightly trivial Einstein's model with curved space and well-known de Sitter's model with curved time (de Sitter, 1917; Hawkins, 1960; Browne, 1962; Kerszberg, 1989). Edwin Hubble (Hubble, 1929; 1936, p. 109; Bondi, 1961), who in the twenties formally introduced the reddening parameter $z(r)$, felt that z does not necessarily represent the real velocity v , but only the frequency vibrations in g , in de Sitter's metric, i.e. gdt^2 . De Sitter's metric means that the pressure p and density of matter d are related each other that the matter compound $p + d$ is equal to 0, and we can approximate that matter is absent or almost absent. The pressure and

* dr hab. Mirosław ZABIEROWSKI, prof. PO, Politechnika Opolska.

density of matter in the world is not very important and is so seldom that it is usually assumed that $p = d = 0$.

From the standard point of view the radiation of sources with great z is rather uncertain and complicates the physics of matter and radiation. High z means (in Hubble's picture) that the sources, called quasars, are so *distant* that, say, almost should not be seen and if they are observed they should therefore to have some unusually efficient energy source (Grabińska, 2011), so that - despite the distance - they are visible. Physics does not indicate and does not know and perhaps may not indicate much hotter places than the stars. Of the greatest value are possible direct trials of checking (confirming or falsifying) the hypothesis that there is no sufficiently efficient energy sources for explaining the quasars phenomenon. All demonstrations that astronomical nuclear sources are the most productive sources are of the greatest value. Thus the factor of technical efficiency of transformation of stellar matter into the light would be difficult to be improved. It was proposed that quasars are rapidly evolving objects.

2. Are quasars astrophysical power-plants?

Since quasar phenomenon do not leave us many opportunities to invent more effective than the stellar sources of power generation, let us assume that quasars have the same brightness like the complexes of stars (galaxies). Why it is not acknowledged in cosmology that quasars are astrophysical power-plants such as star complexes themselves are? The answer is simple and is related to Hubble's expansion. If we assume that quasars are the similar power-plants as galaxies, or that they have the similar power output of absolute magnitude M , then this would mean that the early (young) objects with large z do not differ strongly from late objects with small z or very small z .

In a word, to save the evolutionary Hubble's world view, that is $z = C_1 r$, where $C_1 = \text{const}$, one must refuse the solid *astrophysical* solution that the absolute brightness of quasars is stable. As everyone can see, the whole controversy in cosmology is dominated by the issue of the concrete standard model with the most famous Hubble's law $z = C_1 r$.

It is important to give the specific operational procedure for verifying this view, or, *a contrario*, did you find - ask now quite formally the quest! - instruments (resources) for so bold statement that with increasing distance, which increases with z , the brightness of galaxies M does not grow?

3. The absolute brightness in standard Big Bang model

In the Big Bang cosmology the absolute brightness M is determined by the observed (evident) brightness of the galaxy - m and the distance to r

$$(1) M(m, r) =: m - 5 \log r + C_2, \text{ where } C_2 = \text{const.}$$

The Big Bang cosmology law is $z = C_1 r$ and therefore

$$(2) M(m, z) =: m - 5 \log z + C_3, \text{ where } C_3 = \text{const.}$$

Not reducing the generality - for findings of the conducted examination whether M is decreasing when z grows - let us accept $C_3 = 0$. Since apparent magnitude m is observationally combining with z

$$(3) m = 2.0 \log z + 18.5,$$

thus

$$(4) M = - 3.0 \log z + 18.5,$$

what is supposed to provide about the changing of the world, i.e. the strong differentiating of M at the different ages.

4. The absolute brightness in de Sitter's model

Let us study what would happen if instead of the Hubble's relationship (2), we will use rather the relationship

$$(5) M =: m - 2.5 \log[1 - (z + 1)^{-2}] - 2.5 \log(1 + z),$$

which can be obtained from the simple theoretical dependence $r(z)$ obtained from the standard de Sitter's metric

$$(6) ds = g dt^2 - g^{-1} dr^2 - r^2 d\vartheta^2 - r^2 \sin^2 \vartheta d\varphi^2,$$

with de Sitter's factor $g = 1 - (r/R)^2$, $R^2 = 3/8\pi d$, d is the mass-energy density, $G=c=1$. It is obtained from simple relation for intervals here ($z=0$) and there at r .

$$(7) ds = (g_r)^{1/2} dt_r = (g_o)^{1/2} dt_o.$$

It is equivalent to

$$(8) dt_r/dt_o = (g_o/g_r)^{1/2} = 1/(g_r)^{1/2},$$

$$(9) \lambda(r)/\lambda(o) = g^{-1/2},$$

$$(10) z =: \lambda(r)/\lambda(o) - 1 = g^{-1/2} - 1,$$

$$(11) g = (z+1)^{-2},$$

$$(12) r \sim (1-g)^{1/2} \sim [1 - (z+1)^{-2}]^{1/2}.$$

Because the value of r/R for $z \in [2,3]$ tends to 1, and frequencies ν_o , ν_r and r are related as follows

$$(13) (\nu_r/\nu_o)^2 - (r/R)^2 = 1,$$

so ν_r for sources with $z = 3, 4, 5, \dots$ tends step by step to zero, as

$$(14) (\nu_r/\nu_o)^2 = (t_r/t_o) = g = 1 - (r/R)^2.$$

Let's mention that it is highly cosmological business to indicate here that Hubble's formula (2) for $M(m)$ is *ad hoc*, because is *not* built *metrically*, i.e. it does not base on really fundamental *deductive* geometrical law. The model of de Sitter geometry fulfils the appropriate geometrical requirement of changing frequencies.

Let's claim that it should be taken the more rational theoretical fundamental law instead of Hubble's scheme (2) with his absolutely *ad hoc* law $\nu = Hr$. Here, I think, in this point, is the room for coherence loyalty to cosmology as a system of thought – of course not instead of rationality of empirical action. Just here is the commitment to change relation $M(m)$ (2) in this fashion because we claim that radiation cosmology should not suddenly change *a priori* the rules taking Hubble's variation $z(r)$. There is no better *a priori* expression for $z(r)$ than from the inside of the geometrical (metrical) system. Of course, Hubble's expression (2) is mixing of separate levels. We do not know *a priori* relation $z(r)$ of higher rank - thus outside of the system, i.e. neglecting the metrical coherence, geometrical factor.

Evidently we can easily find in a deductive coherent way the radiation measuring instruments in the system to investigate the solid statement that the production of energy in observed material objects did not need to be more effective. There is operational meaning of the investigation of the radiation of energy of all sources. There are not physical objects with much larger production of electromagnetic radiation. The controversy about the radiation production in material sources is dominated by the issue of the concrete standard model of the short time scale evolution, according to (4). The evolutionary view on the absolute brightness M of the *light plants*,

i.e. $M = -3.0 \log z + C$, could be caused by violation of coherence of deductive system, so the absolute brightness cannot be treated as seriously underestimated and that the light factors cannot be of greater intensity than the standard one.

5. Heuristic and comparative investigations of absolute brightness changes

Neglecting the additive constant in (5) we obtain (Zabierowski, 2002):

$$\begin{aligned}
 M &= 2.0 \log z - 2.5 \log [1 - (z+1)^{-2}] - 2.5 \log (1+z) \\
 &= \log z^2 - \log [1 - (1/(z+1))^2]^{2.5} - 2.5 \log (1+z) \\
 &= \log \{z^2 / [(-1 + z^2 + 2z + 1) / (z^2 + 2z + 1)]^{2.5}\} - 2.5 \log (1+z) \\
 &= \log z^2 (z^2 + 2z + 1)^{2.5} / z^{2.5} (z + 2)^{2.5} - 2.5 \log (1+z) \\
 &= \log \{z^2 (z^2 + 2z + 1)\}^{2.5} / z^{0.5} (z + 2)^{2.5} - 2.5 \log (1+z) \\
 &= -0.5 \log z + 5 \log (z + 1) - 2.5 \log (z + 2) - 2.5 \log (1+z).
 \end{aligned}$$

Let's observe the interesting equilibrium interplay of the four partial terms: i) $-0.5 \log z$, ii) $+5 \log (z+1)$, iii) $-2.5 \log (z+2)$ and iv) $-2.5 \log (1+z)$.

For $z < 1$ the decreasing expression of positive term ($-0.5 \log z$) is neutralised with an excess of negative third term $-2.5 \log(z + 2)$. This too fast declining is neutralised with the excess of a growing second positive term $5 \log (z+1)$; this excess, however, is precisely cancelled by the fourth term $-2.5 \log (1+z)$. Thus we obtain:

Table 1: Values of the brightness M for $z < 1$

	z	0.2	0.5	0.7	1
	$\log z$	-0.70	-0.30	-0.15	0
1. term	$-0.5 \log z$	0.35	0.15	0.08	0
3. term	$-2.5 \log(z+2)$	-0.86	-0.99	-1.08	-1.19
2. term	$5 \log(z+1)$	0.40	0.88	1.15	1.50
1.+3.+2.	$-0.5 \log z + 5 \log (z+1) - 2.5 \log (z+2)$	-0.11	0.04	0.15	0.31
term 2.+4	$2.5 \log(z+1)$	0.20	0.44	0.58	0.75
	$-0.5 \log z + 2.5 \log (z+1) - 2.5 \log (z+2)$	-0.31	-0.40	-0.42	-0.44

Source: Own.

There is almost no changing of numerical values of the brightness M for $z < 1$, $z \in [0.4, 1]$. It is very instructive to observe the changing of M with

z , to observe the different contributions of particular logarithmic parts in such fundamental observational expression as:

$$-0.5 \log z + 2.5 \log (z+1) - 2.5 \log (z+2).$$

Now, let's consider the whole interplay of logarithmic parts contributing to observational material for $z > 1$. The negative expression of rapidly declining of the first (i) term, i.e. $(-0.5 \log z)$, is reinforced by the negative weak declining of third term (iii), i. e. $-2.5 \log (z+2)$. The high rate of declining of the first term has not the similar high rate in the third expression (iii). The declining sum of the both negative first and third terms is neutralised by second term. The neutralising goes, however, with a vengeance, i.e. too rapidly increasing excess. See numbers for $+2 \log z$ in the Table 2. The positive increasing of the second term, $5 \log (z+1)$, is growing too quickly, although $2 \log z$ is relatively constant. Fortunately, the fourth (iv) term, $-2.5 \log (1+z)$, neutralises the noted excessive surpassing. Finally, the sum of the all terms has been stabilised. Let's observe the particular tendencies, which inspire the reflection on observational material.

Table 2: Values of the brightness M for $z > 1$

z	1	1.5	1.7	2	2.5	3	3.5	3.7	4	4.2	4.5
$\log z$	0	0.17	0.23	0.30	0.40	0.48	0.54	0.57	0.60	0.62	0.65
$-0.5 \log z$	0	-0.09	-0.11	-0.15	-0.20	-0.24	-0.27	-0.28	-0.30	-0.31	-0.33
$-2.5 \log (z+2)$	-1.19	-1.36	-1.42	-1.50	-1.63	-1.75	-1.85	-1.89	-1.94	-1.98	-2.03
$5 \log (z+1)$	1.50	1.99	2.16	2.38	2.72	3.01	3.27	3.36	3.49	3.58	3.70
$-0.5 \log z + 5 \log (z+1) - 2.5 \log (z+2)$	0.31	0.54	0.63	0.73	0.89	1.02	1.15	1.19	1.24	1.29	1.34
$2 \log z$	0	0.35	0.46	0.60	0.80	0.95	1.09	1.14	1.20	1.25	1.31
$2.5 \log (z+1)$	0.75	0.99	1.08	1.19	1.36	1.50	1.63	1.68	1.75	1.79	1.85
$-0.5 \log z + 2.5 \log (z+1) - 2.5 \log (z+2)$	-0.44	-0.45	-0.45	-0.46	-0.47	-0.49	-0.49	-0.49	-0.49	-0.50	-0.50

Source: Own.

Numerically M is almost the same for $z > 1$, $z \in [1, 5]$, in the whole possible observational range.

6. The dependence of absolute brightness changes on space-time model

In the consequence of the changing of Hubble's expression for brightness the evolution of radiation production is unexpected. So, the well-known suggestions of existing of extraordinary power-plant seem to be

unjustified. The duration of the observed world should be not determined by Hubble's constant H . So, the scale of range $1/H$, i. e. several billion years, should not take place for $z < 1$ and for z as high as 2 or even e. g. 3.5. Only a slight tendency of changing M with increasing z is possible, nevertheless it contradicts Hubble's relation to his "theoretical" scale of evolution. We can see that M defined as:

$$-0.5 \log z + 2.5 \log (z+1) - 2.5 \log (z+2)$$

or

$$m - 2.5 \log [1 - (1 + z) - 2] - 2.5 \log (1 + z)$$

is almost non decreasing with the increase of z , contrary to Hubble's basis that implies $M(z)$ decreasing evolutionary as $-3 \log z$.

One can ask: How the **rate of expansion** of the world was measured and how the **escape velocity dependence on the distance** was determined? The answer is that the velocities were never measured. The radiation factory is sufficiently stable and there is no quest of the rapidly evolving energy sources with z . 1) The postulated effectively changing sources of power production is not realistic and 2) the power output of energy is conserved (limited). 3) The operational method of searching the transformation of matter in the *light* factory can be deductively found.

There are not justified the statements that the production of energy in the observed objects requires a more effective changing and *de facto* an exotic power-plant. The radiation production under the physically stable conditions is absolutely sufficient according to

$$-0.5 \log z + 2.5 \log (z+1) - 2.5 \log (z+2),$$

and one can easily understand the equilibrium observing the logarithmic tendencies.

The standard cosmological model with its short time scale evolution given by rapid changing of M has been not ultimately confirmed. It is elementary to adopt the well-known and popular de Sitter geometry and to demonstrate that contrary to the evolving picture the absolute brightness cannot be treated as seriously evolving. It does not exclude the global evolution at all, nevertheless Hubble's mechanism is not coherent.

BIBLIOGRAPHY

Bondi H., *Cosmology*, Cambridge Univ. Press, Cambridge 1961.

- Browne P.F., The case for an Exponential Red Shift law. "Nature", 193 (1962).
- Grabińska T., Innowacja jako element rozwoju wiedzy. Studium przypadku. „Zeszyty Naukowe WSOWL”, 2 (160) (2011), p. 77-83.
- Hawkins G.S., The Redshift. "The Astronomical Journal", 65 (1960), p. 52.
- Hubble E., A Relation between Distance and Radial Velocity among Extragalactic Nebulae. "Proceedings of the National Academy of Sciences", 15 (1929) 168.
- Hubble G.S., The Realm of the Nebulae. Yale University Press, New Haven 1936.
- Kerszberg P., The Invented Universe: The Einstein-De Sitter Controversy (1916-1917) and the Rise of Relativistic Cosmology. Clarendon Press, Oxford 1989.
- Sitter W. de, On Einstein's theory of Gravitation, and Its Astronomical Consequences. "Monthly Notices of the Royal Astronomical Society", 78(1917), p. 3-28.
- Slipher V.M., Spectrographic Observations of Nebulae. „Popular Astronomy”, 23 (1915), p. 21-24.
- Zabierowski M., Ewolucja obiektów a ewolucja klasy. "Cosmos-Logos" VI, Ofic. Wydaw. Pol. Wroc., Wrocław 2002, p. 49-60 (in Polish).

MODELOWANIE PIĘKNA W ARCHITEKTURZE: MODEL TEORETYCZNY I SYMULACYJNY

THE MODELLING OF BEAUTY IN ARCHITECTURE: THEORY AND SIMULATION MODEL

Zenon Marciniak*

Abstract

In this article the following question has been asked: is beauty in architecture a subject of modelling? Due to the empirical aspect of physical sciences and the beauty in architecture, the Grabinska theoretical model in physical sciences has been used in order to explain the role of ideas of beauty and ways of expressing these ideas. Prior to adapting her concept, the meaning of beauty has been remodelled by deriving it from the general idea of the monad object. The adapted model served as an attempt to explain the relation between the general idea of beauty and the different types of views about the beauty in architecture. The theory and simulation models have been presented as two types of interpretation: made by the recipient and the creator of whom the first explains and the second visualizes what it is and how it can manifest beauty in architecture objects.

1. Wstęp

Architektura należy do nauk technicznych ze względu na środki, jakimi operuje dla osiągnięcia swoich głównych celów, które z kolei można określić jako społeczne i estetyczne. Kluczowym pojęciem estetyki jest piękno. To, czy i w jaki sposób piękno w architekturze podlega modelowaniu, jest głównym tematem artykułu.

W tytule znalazły się dwa odmienne kierunki modelowania: jeden teoretyczny (o ile w trakcie rozważań otrzyma taki status), mający na celu wyabstrahowanie i wyjaśnienie, czym piękno w architekturze jest i w czym się ono przejawia, oraz drugi - symulacyjny, mający na celu przedstawienie rzeczywistego obiektu w postaci modelu materialnego (nazywanego najczęściej makietą) lub wirtualnego (głównie chodzi tu o komputerowe wizualizacje i animacje obiektu architektonicznego), odzwierciedlającego rzeczywisty obiekt poznania zmysłowego. Niewątpliwie próba oddania jak największego spektrum doznań zmysłowych w symulacji obiektów ma

* dr inż. Zenon MARCINIAK, Politechnika Wroclawska.

ułatwić poznanie i ocenę obiektów, a istotnym elementem tej oceny jest jej aspekt estetyczny. Symulacja nie ma na celu wyjaśnienie piękna obiektu, lecz jego doświadczenie. Operujemy tu między doświadczeniem i wyjaśnieniem piękna.

Najtrudniejszym, podjętym zadaniem będzie próba analizy teoretycznego modelowania piękna, którego efektem ma być wyjaśnienie tego pojęcia i wyjaśnienie roli różnych koncepcji jego przejawiania się w obiektach architektonicznych. Oceny estetyczne dokonywane są względem obiektów doznania zmysłowego i dlatego mają charakter empiryczny. Najlepiej poznaną i najbardziej pomocną dziedziną w analizie modelowania jest teoria modelowania w naukach empirycznych, która traktowana jest tu jako swoisty wzorzec, wykorzystany w próbie budowania schematu modelowania piękna w architekturze i do którego będzie odniesienie jako do bazy porównawczej. W szczególności będzie to koncepcja Teresy Grabińskiej modelowania teoretycznego w naukach fizykalnych (Grabińska, 1994), która jest częścią jej metafizyki szczegółowej (Grabińska, 1998). Zgodnie z tą koncepcją modelowanie jest stopniowalne, a poszczególne stopnie tworzą ciąg, który zostanie poniżej przedstawiony w skrócie.

2. Modelowanie obiektu zjawiskowego w naukach fizykalnych

Pierwszym krokiem modelowania jest, według Grabińskiej, wydrębnienie spośród obiektów doznań zmysłowych obiektu zjawiskowego (OZ), będącego przedmiotem poznania, i wstępne wprowadzenie go do wiedzy poznającego oraz wymodelowanie w języku tej wiedzy. OZ może być też przedstawiony w postaci sprawozdania z przebiegu zjawiska.

W następnym kroku OZ zostaje poddany konceptualizacji w celu ujęcia go w perspektywie wybranej teorii naukowej. Konceptualizacje wyodrębniają i selekcionują tylko niektóre cechy przedmiotu, idealizując go. Jednak, aby dokonać konceptualizacji OZ w świetle teorii fizycznej potrzebna jest znajomość (metafizycznej) idei OZ, którą Grabińska nazywa obiektem idealnym (OI) (Grabińska, 2008, s. 29). Ta konfrontacja OZ z OI prowadzi w procesie abstrahowania i porównywania cech podobieństwa do powstania w umyśle poznającego analogicznego obiektu myślnego (AOM), który jest następnie konceptualizowany zgodnie z warunkami idealizacyjnymi ze względu na zjawisko (c^F).

Dalsze modelowanie jest bezpośrednio związane z teorią naukową i dokonywane jest ze względu na jej prawa, definicje, hipotezy i warunki aproksymacyjne. Względy te Grabińska ujmuje w postaci warunków idealizacyjnych.

zacyjnych: ze względu na teorię (c^T) i ze względu na warunki aproksymacyjne (c^A). Cech ilościowych model nabiera wchodząc w relacje analogii z obiektem matematycznym (OMat). Teoria korzysta z OMat przy budowie jej matematycznej aparatury pojęciowej (c^T), dostosowując jego reprezentację matematyczną (c^A) do AOM. W efekcie końcowym skonstruowany zostaje obiekt teoretyczny (OT) jako *eksplanans* schematu teoretycznego wyjaśniania prawidłowości lub struktury empirycznej.

3. Modelowanie piękna architektonicznego w schemacie modelowania teoretycznego OZ w naukach fizykalnych

Teoria jest pośrednio umocowana w rzeczywistości. Łącznikiem między teorią i rzeczywistością zjawiskową jest model teoretyczny. Zakres wiedzy o jakościach (wyrażonych w pojęciach metafizycznych), występujących w modelu jest taki, jaki służy poznaniu prawidłowości, o której orzeka prawo teoretyczne. Prawo wyrażone jest relacją zachodzącą między jakościami, które są jego przedmiotem.

Poprawne wprowadzenie jakości do teorii naukowej za pomocą jej aparatury pojęciowej samo w sobie nie podlega naukowej weryfikacji. Dlatego do potwierdzenia tej poprawności w procesie modelowania, w sensie najbardziej ogólnym, służy zastosowanie relacji ilościowych, które mają być skoordynowane z relacjami jakościowymi zawartymi w regule wyprowadzonej z prawa ogólnego. Ilościowe relacje proporcji mają być weryfikatorem poprawności ustalonych w regule relacji między jakościami i za ich pośrednictwem również samych pojęć wprowadzonych do teorii.

Pojęcie piękna, jak dotąd, nie poddaje się ilościowemu przekładowi na zjawiska¹, co sugeruje, że taki przekład jest niemożliwy. Jeśli tak, to OT w sensie Grabińskiej w estetyce nie występuje. Zatem modelowanie rozpoczynamy od OZ, aby w konfrontacji z OI zbudować AOM. Przyjmijmy więc wstępnie, że modelowanie zakończy się na AOM. OI jest wyidealizowanym wzorcem dla OZ, ale w wyniku modelowania OZ nie przekształca się w OI, choć OI jest niezbędny w jego koncepcyjnym (w naukach ścisłych - teoretycznym) modelowaniu. Przyjrzyjmy się uważnie OI.

¹ Z wyjątkiem ilościowych miar proporcji u Pitagorejczyków czy zasad harmonii w muzyce.

4. Idea piękna

Empiryczność nauk fizykalnych polega na tym, że poszukiwane są teoretyczne prawidłowości rzeczywistości zjawiskowej. Zuniwersalizowane prawo dotyczy ostatecznie fragmentów tej rzeczywistości wyselekcjonowanej w postaci OZ. Obiektywizm wyznaczony przez ostry podział na poznający podmiot i przedmiot poznania sprawia, iż niezbędne jest określenie reguł poznania (*epistemologii*) i zasad bycia przedmiotu (*ontologii, metafizyki*), które to zasady są podstawą budowania nauk fizykalnych, lecz do nich nie należą. Uniwersalność tych zasad pozwala na budowę OI, ogólnych idei, wyidealizowanych wzorców dla OZ. W tym sensie, piękna OZ można szukać w analogii do OI za pośrednictwem AOM. Niezliczona liczba zjawisk może mieć swój jeden wzorzec. W odniesieniu OZ do OI platońska transcendentna koncepcja piękna spełnia dobrze swoje zadanie, na co wskazuje Grabińska (Grabińska, 2008, s. 31). W modelowaniu teoretycznym Grabińska znalazła też miejsce (OMat) dla pitagorejskiej koncepcji piękna Platona (Grabińska, 2008, s. 32).

Przejdźmy teraz do wytworów działalności człowieka i to od razu do tych, które wprost nakierowane są na piękno, do sztuki. O ile niektóre dziedziny sztuki, takie jak rzeźba czy malarstwo, w czasach kształtowania się transcendentnej koncepcji piękna Platona polegały głównie na wiernym naśladownictwie rzeczywistości zjawiskowej i dlatego koncepcję platońskich wzorców można było wywodzić wprost z tego naśladownictwa i odnosić do idealnych wzorców, na zasadzie: sztuka jest odbiciem rzeczywistości zjawiskowej, a ta z kolei jest odbiciem idei, to architektura, wbrew niektórym pozorom, nawet wtedy do takich dziedzin nie należała.

Nawet, jeżeli Grecy trzymali się wzorców w budowie świątyń, powielając je, niekiedy zmieniając jedynie skalę obiektu, to taki wzorzec miał zawsze cechy arbitralnego w swych wyborach wytworu człowieka i dlatego nie ma cech OI, nie jest zasadą ontologiczną dotyczącą bytu lub wyselekcjonowanych przejawów bytu, a jedynie wtórnych wytworów człowieka.² Zakładamy, że człowiek we właściwym sobie świecie idei może jedynie odkryć OI, skonceptualizować to, co już jest, co istnieje w sposób naturalny. Zatem wymodelujemy OI jako ogólną ideę piękną.

Budynek mieszkalny, szkoła, świątynia nie mają swoich odrębnych idealnych wzorców, ani ze względu na analizowaną cechę - piękno, ani inne

² Chyba, że ludzkiemu umysłowi przyznać odkrywanie idei *a priori*, jak na to wskazywał Platon w postulowanym myśleniu intuicyjnym.

charakterystyki. Nie ma, ani idealnego budynku mieszkalnego czy szkoły, ani w pełni uniwersalnej idei mieszkania, uczenia się w szkole, choćby, dlatego że objekty te nie mają swojej odrębnej ontologii. Czego zatem można oczekiwać od OI? OI może być jedynie pewną ogólną ideą piękna niezależnie od tego, czy dotyczy architektury, malarstwa, czy OZ w naukach fizykalnych. Ale, jeżeli piękna można poszukiwać w każdym wytworze sztuki, w każdym wytworze ludzkiej działalności czy w każdym obiekcie zjawiskowym i jeżeli OI jest ogólną ideą każdego z tych obiektów w sensie ontologicznym, to piękno jest tu najogólniejszą ideą obiektu.³ Wszystkie objekty zjawiskowe w naukowym ujęciu uwikłane są w relacje między sobą. Ich konceptualne idealizowanie przebiega w dwóch kierunkach:

- jeden zmierza ku wyodrębnieniu obiektu elementarnego, budulca wszystkich obiektów, niepoddającego się już żadnemu podziałowi;
- drugi zmierza ku odtworzeniu obiektu fundamentalnego, zawierającego wszystkie objekty, niepoddającego się już żadnej syntezie.

Ani pierwszy, ani drugi nie ma swojej *stricte* zjawiskowej reprezentacji. Relacje atrybutów zewnętrznych pierwszego umożliwiają dopiero konceptualizację zjawisk, same wewnętrznie zjawiska nie reprezentując, drugi jest areną dla zjawisk i ich substratem. W naukach fizykalnych pierwszemu odpowiada cząstka elementarna (obiekt elementarny), a drugiemu świat (wszechświat - obiekt globalny). Pierwszemu przypisywane są wyłącznie atrybuty zewnętrzne, drugiemu wyłącznie wewnętrzne, dlatego ani jeden, ani drugi typ nie należy do ogólnej idei obiektu.

Ogólną ideą obiektu piękna jest obiekt zarazem pozbawiony złożoności wewnętrznej, jak i otoczenia, czyli monada. Jej podstawowymi cechami są jedność i spójność; są to podstawowe cechy piękna. Skoro określiliśmy, jak rozumieć OI w modelowaniu piękna w architekturze, to przejdźmy do budowy modelu.

5. Odpowiednik teoretycznego modelu obiektu architektonicznego ze względu na wartości estetyczne (piękno)

Modelowanie OZ pod wpływem dyrektyw heurystycznych jedności oraz spójności obiektu płynących od OI otwiera dopiero potencjał interpretacyjny piękna OZ. Podobnie jak w naukach empirycznych OZ i OI to za mało do budowy OT, również w estetyce potrzebny jest odpowiednik OT. Jak

³ Nasuwa się tu porównanie z koncepcją transcendentali: dobra, prawdy i piękna.

wiadomo z koncepcji Grabińskiej modelowania przedmiotu zjawiskowego w naukach fizykalnych, do budowy OT potrzebny jest obiekt matematyczny (OMat), którego to OMat w estetyce brak. Dlatego modelowanie w estetyce przypomina bardziej *model poglądowy* Grabińskiej niż jej *model teoretyczny* w naukach empirycznych (Grabińska, 1994, s. 40).

Ze względu na to, że w estetyce nie wyodrębniono wyraźnych reguł różniących teorię od hipotezy (czy nawet poglądu) i określających genetyczne pokrewieństwo oraz formalne podobieństwo do *modelu teoretycznego* Grabińskiej, to zastosowanie ma tu określenie „model teoretyczny” (dla ich odróżnienia) „obiekty architektoniczne ze względu na wartości estetyczne”. Fundamentalny OI w estetyce jest ogólną ideą obiektu, jest to też fundamentalny OI dla bardziej szczegółowych idei (koncepcji ontologicznych) zawartych w OI (z którymi konfrontowany jest OZ w naukach fizykalnych, ale również w estetyce, np. w architekturze OI musi też zawierać choćby ideę przestrzenności). Fundamentalny OI niesie podstawowe dyrektywy heurystyczne dla wszystkich idealizacji dokonywanych w modelowaniu, którymi są (jak w modelu teoretycznym Grabińskiej): warunki idealizacyjne ze względu na zjawisko (c^F), OMat, warunki idealizacyjne ze względu na prawa teorii (c^T), ewentualnie - definicje, hipotezy i warunki aproksymacyjne (c^A).

Aby piękno nie pozostało przedmiotem wyłącznie niemej kontemplacji, może być wyrażone w bardziej szczegółowych koncepcjach. Można widzieć piękno w *ekspresji sił*, jak w koncepcji Jadwigi Sławińskiej (Sławińska, 1997). Można je widzieć w przeciwstawianiu się najistotniejszej ze względów konstrukcyjnych sile, której podlegają budynki - grawitacji. Piękno może się wyrażać w kompozycyjnej jedności struktur geometrycznych obiektu i spójności użytych do budowy obiektu środków. Źródłem piękna bywają utylitarne funkcje obiektu, jak w *funkcjonalizmie* w architekturze. Można piękna szukać w samym materiale służącym do budowy obiektu w jego strukturach i funkcjach, w budowaniu areny generującej społeczne więzi lub specyficzne interakcje, w relacjach z otoczeniem.

Teoretycznych koncepcji może być wiele, choć nie może nimi być cokolwiek. Niewątpliwie wpływ na nie ma dyrektywa spójności i jedności płynąca z OI i powinny wyrażać istotne treści dla architektury. Teoretyczne koncepcje ekstrapolacji piękna na polu jego wyrażania są w modelowaniu odpowiednikami teorii w modelach teoretycznych w naukach empirycznych. Nie mają one jednak charakteru praw natury, bo dotyczą działalności człowieka, zależą od pomysłowości twórców i interpretatorów, ale są na polu tej działalności w pewnym sensie ich odpowiednikami.

Jeżeli wyselekcjonowana lub zbudowana zostanie owa teoretyczna koncepcja (pomysł, idea, myśl przewodnia i ich odpowiednie wyjaśnienia), to kolejnym krokiem po zbudowaniu AOM jest jego idealizacja ze względu na tę koncepcję jako odpowiednik idealizacji ze względu na teorię (c^T) i idealizacja dostosowująca język koncepcji teoretycznej do AOM jako odpowiednik idealizacji ze względu na aproksymację (c^A) w modelu teoretycznym w naukach empirycznych. Efektem tego modelowania jest to, co nazywa się tu obiektem koncepcyjnym - OK, odpowiednik OT. Teoretyczna koncepcja ma charakter ogólny i nie odnosi się wprost do obiektu, służy jako ogólny schemat wyjaśniania. Co za tym idzie OK, analogicznie do OT Grabińskiej, jest *eksplanans* schematu wyjaśniania prawidłowości wyrażonej w koncepcji, tylko znacznie bardziej złożonym i znacznie mniej sformalizowanym.

OK jest łącznikiem między ogólną teoretyczną koncepcją i OZ. OK wyjaśnia koncepcję nie tylko w ogólnym języku tej koncepcji, ale również przy zastosowaniu pomocniczych idealizacji w specyficznym języku architektury, uwzględniającym aspekt społeczny i techniczny obiektu (odpowiednik OMat). Wyjaśnianie odbywa się pod kątem jedności i spójności użytych środków do osiągnięcia zamierzonych celów. Cele wyrażone są w teoretycznej koncepcji, a na środki temu celowi służące wskazuje OK. OK wyjaśnia, w jaki sposób ogólna w swoim schemacie i niezwiązana z OZ teoretyczna koncepcja realizuje się w OZ. Modelowanie na każdym kroku, związanym z zabiegami idealizacyjnymi, poddane jest dyrektywom heurystycznym płynącym z OI.

Należy podać tu teraz przykład ilustrujący wyjaśnianie za pomocą OK teoretycznej koncepcji wyrażania się piękna w architekturze polegającej na przeciwstawianiu się sile ciężenia. Niech OZ będzie reprezentowany przez gotycką bazylikę. Ciężenie można pokonywać na kierunku wysokości i na rozpiętościach konstrukcji. Historyczny rozwój gotyckich budowli bazylikowych wskazuje, że dla budowniczych najistotniejsze było zwiększanie wysokości budowli. Ma to swoje pozaarchitektoniczne wyjaśnienie. Bazyliki były świątyniami, sklepienie bazyliki było odpowiednikiem sklepienia niebieskiego, zatem powinno się znajdować jak najwyżej, jak najbliżej sklepienia niebieskiego. Z powodu braku materiałów o dużej wytrzymałości na rozciąganie, budowniczowie, aby uniknąć sił rozporowych od sklepień (wprowadzili sklepienia ostrołukowe zmniejszające rozpór) i dachów, zadali siły na zewnątrz budynków do konstrukcji przyporowych. Ciężką i niską romańską konstrukcję murową zamienili na przestrzenną, lekką w porównaniu z wcześniejszymi budowlami romańskimi, szkielet, z „łatwością” przenoszący siłę

ciężenia. Nadmiar materiału zniknął, w jego miejsce zjawiała się spójność zachodząca między działającymi siłami, ilością i własnościami użytego materiału oraz geometrią konstrukcji. Jedność przebiegu konstrukcji i sił mieszczących się w niej pozwalała wprowadzić do ciemnych dotąd wewnątrz światło przez witrażowe przeszklenia ścian, które pełniły już tylko rolę osłonową. Do wewnątrz dotarło światło blokowane dotąd masywnością konstrukcji, przeciwdziałającej destrukcyjnej roli ciężenia itd. Należy postawić tu następujące pytanie: jeżeli model teoretyczny jest wyjaśnieniem ze względu na wartości estetyczne, to czym jest tu model symulacyjny?

6. Relacje między modelem teoretycznym i symulacyjnym obiektu architektonicznego ze względu na wartości estetyczne (piękno)

W dziedzinie takiej jak architektura odbiorca interpretuje architektoniczny obiekt (zjawiskowy) pod kątem piękna. Natomiast architekt interpretuje teoretyczne koncepcje wyrażania piękna w architekturze, tworząc projekt architektoniczny obiektu (zjawiskowego). Zatem, modelowanie piękna przebiega w dwóch kierunkach: w jednym zmierza odbiorca - interpretator architektury, w drugim jej twórca. Odbiorca buduje model teoretyczny, o ile ma on być przedmiotem intersubiektywnej refleksji. Twórca zaś buduje model symulacyjny. Może on, choć nie musi, być również interpretatorem swojego dzieła i wtedy buduje też model teoretyczny wyjaśniający swoje dzieło.

W rozważanym przedmiocie mamy właściwie jedną strukturę modelu oraz dwa kierunki jego budowania. Model symulacyjny i teoretyczny, to dwa przeciwstawne kierunki modelowania tych samych składowych elementów. Odbiorca - interpretator architektury rozpoczyna od wyboru przedmiotu poznania. Już samo wyodrębnienie tego przedmiotu jest jednak inne niż w przypadku modelowania, którego celem jest OT (Marciniak, Zabierowski, 2007, s. 115-121).

W ogólnym schemacie model teoretyczny, budowany przez odbiorcę, przedstawia się następująco. Rozpoczynamy od wyboru (konceptualizacji) OZ. W następnym kroku modelujemy AOM pod wpływem OI. Dalej selekcyjując koncepcję teoretyczną konstruowany jest OK w krokach idealizujących AOM ze względu na warunki idealizacyjne tej koncepcji (c^{TK}) i warunki aproksymacyjne (c^A), dostosowujące język koncepcji teoretycznej do modelowanego obiektu. Język ten musi uwzględniać specyfikę wyidealizowanego warsztatu działań architekta (odpowiednik OMat) potrzebny do budowy modelu. Twórca przystępując do modelowania posiada pewną wiedzę

o obiekcie modelowania. Przedmiotem doznań zmysłowych jest szczególne miejsce budowy obiektu, do idealizacji należą informacje o terenie (przedstawione w postaci map, schematów, wyników badań, inwentaryzacji itp.), program funkcjonalny lub funkcjonalno-przestrzenny, założenia urbanistyczne (decyzje o warunkach zabudowy, plany miejscowe zagospodarowania terenu), uregulowania prawne (prawo budowlane, normy), niekiedy dodatkowe oczekiwania inwestora. Nie bez znaczenia jest też wiedza o analogicznych obiektach na każdym szczeblu modelowania.

Schemat tworzenia modelu symulacyjnego OZ w jego pełnym zakresie nie jest przedmiotem analizy. Ze względu na szeroki wachlarz danych wyjściowych jest on wielowątkowy i buduje raczej sieć powiązań niż sekwencję. Rozważania dotyczą jedynie pewnego aspektu symulacji - modelu symulacyjnego ze względu na piękno obiektu. Architekt na podstawie danych wyjściowych do projektowania uszczegóławia pole ekstrapolacji wybranej teoretycznej koncepcji wyrażania się piękna w przedmiotach i określa OK jako cel swojego działania. Następnie przystosowując, czy przekładając (c^A) ogólny język teoretycznej koncepcji (c^{TK}) na warsztat czy język architektury obiektu (odpowiednik OMat) buduje AOM. Schematy AOM nabierają cech zjawiskowych pod wpływem idealizacji ze względu na zjawisko (c^F) i zostają przekształcone w symulację OZ. O piękno w całym procesie dbają heurystyczne dyrektywy fundamentalnego OI. Podobnie jak OK ma wyjaśniać koncepcję wyrażania się piękna, tak symulacja OZ ma tę koncepcję uzmysławiać.

7. Podsumowanie

W estetyce brak jest jednej ogólnie przyjętej teoretycznej koncepcji wyjaśniającej, czym jest piękno. Historycy wyodrębnia style i kierunki w architekturze, wskazując na charakterystyczne dla nich osiągnięcia. Teoretycy tworzą koncepcje mówiące, jak w pewnych okresach lub w obrębie wyodrębnionego kierunku piękno wyrażało lub przejawiało się w architekturze. Architekci tworzą manifesty i programy ideowe. Inni wyjaśniają choćby cele, jakie im przyświecały w tworzeniu zaprojektowanych przez siebie budynków. To wszystko tworzy nieusystematyzowaną kolekcję wypowiedzi w dyskusji o wartościach estetycznych architektury. Brak jasnych relacji między tymi wypowiedziami pomniejsza ich wartość, tworząc z nich izolowane dziedziny niepowiązane w logiczną całość. Trudno tu mówić o wzajemnej weryfikacji w sensie, jaki znamy z nauk empirycznych, ale

ustalenie specyficznych relacji między nimi ma na celu wyjaśnienie roli poszczególnych typów wypowiedzi.

W artykule tym podjęto próbę adaptacji koncepcji modelowania teoretycznego w naukach empirycznych Grabińskiej do porządkowania dziedziny, którą tworzą wypowiedzi o pięknie czy wartościach estetycznych w architekturze, a ponieważ to modelowanie ma moc wyjaśniającą, dlatego też posłużyło do wyjaśnienia istotnych kwestii dotyczących piękna w architekturze.

Kluczowym składnikiem tego wyjaśnienia jest koncepcja piękna (Marciniak, 2003), opracowana przez autora, której krótki zarys przedstawiono w tym artykule. Szerokie zagadnienie modelowania, w najogólniejszym sensie, ujęto w dwóch jego aspektach: jako teoretyczną oraz praktyczną interpretację idei piękna w architekturze.

LITERATURA

- Grabińska T., O modelach zjawisk i rzeczy. „Cosmos–Logos” II, „Model i interpretacja”, Wrocław 1994, s. 37-44.
- Grabińska T., Od nauki do metafizyki. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, Wrocław 1998.
- Grabińska T., Intelktualne zabiegi modelowania a piękno obiektu zjawiskowego. „Annales Academiae Paedagogicae Cracoviensis”, Folia 60, Kraków 2008, s. 29-36.
- Marciniak Z., Obiekt i dzieło w architekturze, praca doktorska. Wydział Architektury Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2003.
- Marciniak Z., Zabierowski M., Przedmiot nauk empirycznych a przedmiot estetyki. „Idea - studia nad strukturą i rozwojem pojęć filozoficznych” XIX, 2007, s. 115-126.
- Stawińska J., Ekspresja sił w nowoczesnej architekturze. Arkady, Warszawa 1997.

II MODELOWANIE W NAUKACH EKONOMICZNYCH

ECONOMIC MODELLING: HAYEK, KALECKI, STIGLITZ

MODELOWANIE EKONOMICZNE WEDŁUG HAYEKA, KALECKIEGO, STIGLITZA

Grażyna Musiał*, Łukasz J. Mleczo**, Jarosław Walla***

Abstract

Economic models and economic theories allow to understand complex interrelations, which are present in economy. Economic models are useful instruments of economic analysis. The modelling makes possible to create an image of economy. The economic modelling consists in a conscious organising of scientific thinking. In economics are found quantitative as well as qualitative models. They serve to explain economy functioning. They enable to a) concretise a theory (Friedrich August von Hayek), b) quantise basic economic interrelations (Michał Kalecki), c) explain temporal changes of some economic quantities but also of attitudes and beliefs (Joseph Eugene Stiglitz).

1. Introduction: The essence of scientific modelling

The terms “model” or “modelling” as used in science are understood as an image, a project or a representation. The model exhibits the most significant features of the reality, it refers to as a simplification of the actual state. The notion of model is always relativized; there can never be a model *tout court* but always in relation to something else. The phrase “A is a model of B” refers actually to a binominal relation. The relation takes place between object A and object B and only if when object A is a model of object B or, so to say, is a model for object B.

Modelling concerns a simplified image of reality, i.e. the image deprived of, through abstracting, some features acknowledged from the point of view of specific research as secondary. The construction of a model always requires abstracting some elements disregarding some others. Models are fragmentary representatives which simplify observation through elimination of details having incidental significance for the purpose of the model. Therefore, the model emphasizes essential factors and relations.

* dr hab. Grażyna MUSIAŁ, prof. UE, University of Economics in Katowice.

** mgr Łukasz J. MLECZKO, University of Economics in Katowice.

*** mgr Jarosław WALLA, University of Economics in Katowice.

In the science of economy, the construction of models belongs to important research tasks. Economists simplify through models the economic reality. Leszek Nowak¹ said in *Model ekonomiczny*, an important book in the field of methodology, that in his opinion, the model was a set of statements describing “the ideal type of real economic structures” (Nowak, 1972, p. 75-76). A model is a set of statements on reality that has been deprived, through abstraction, of features of incidental nature, which has allowed to underscore significant features.

A success of the model depends on the intellectual basis which guides the simplification process rather than on the degree of the model simplification. One of such (very simplified) models is Michał Kalecki's model of business cycle which met with approval in the world of economics. Generally, models can be divided into two categories:

- quantitative models and
- qualitative ones.

In economy, both quantitative and qualitative models are applied. The first ones are mainly typical of classical and neoclassical economy and, more specifically, of the theory of general equilibrium. Qualitative models are both a description of a particular situation, e.g. an economic one, and an instrument which facilitates the description.

Using of model terminology is more and more prevalent. The use of terms “model”, or “model analysis” is regarded as an external expression of modernisation of the language of economic analysis. One should also keep in mind the fact that some authors actually perform a modelling analysis without using the term.

A model can be both a kind of description and a research instrument. Models used as instruments can be of a very different nature. Models are constructed for purely cognitive purposes or only for practical ones. Models constructed on the basis of a general theory lead to development of more detailed theories. These in turn are a basis for construction of even more detailed models and for description of individual cases.

The indicated relation reflecting the relationship between the theory and the models which are controlled within its framework does not into consideration the science development chronology. It can also happen, and frequently does, that construction of a model anticipates the origin of a

¹ Later on, L. Nowak developed a logistically oriented philosophy of science.

general theory and contributes to its development. The notion of a model also occurs in both literature on detailed disciplines and in works on philosophy of science.

According to Elżbieta Kałuszyńska, "A model is an abstract image, a representation of the essence of the phenomenon, abstractive objects involved in it, types of dependences constituting the phenomenon, and the course of the same. It is a <<creation of the human thought>>" (Kałuszyńska, 1994, p. 250).

According to other philosophers, e.g. Ryszard Wójcicki (Wójcicki, 1987, p. 391-395), this approach is questionable. He argues that the question if, and to what extent, theories provide descriptions of some idealised models of the reality is not obvious and remains still open. Only some models can be sometimes only treated as abstract models of real phenomena.

Models are a way of confronting the theory with the reality and a method of verifying its truthfulness. The differentiation between the theory and a model is not clear-cut. The notions of theory and model do not differ in a stable manner. Methodologists, e.g. Ryszard Wójcicki quoted above, as well as Władysław Krajewski (Krajewski, 1996, p. 445-454) or Teresa Grabińska (Grabińska, 1994; 2003), distinguish the following types of models, depending on the model correlate, i.e. the objects which the model is relativized. Thus, R. Wójcicki distinguishes the following models (Wójcicki, 1987, p. 391-395). These are:

- semantic models;
- mathematical models;
- physical models.

Władysław Krajewski, while comparing the model and the modelled object from the point of view of their concreteness and abstractness, distinguishes the below types of models in science (Krajewski 1996, 4, p. 445-454). These are:

- a semantic model;
- a technical model;
- a theoretical (ideal) model.

Economy is a nomological science. The basis for scientific explanation is formed by laws of science, specifically - empirical laws of science. One of the models useful in the methodology of science is that of Carl G. Hempel's

- P. Oppenheim`s (Musiał, 2001, p. 9-17). The following research procedure is applied in the nomological/deductive explanation:

- the nomological explicans contains as a minimum one scientific empirical law;
- the logical explicandum follows from the explicans;
- sentences entering into composition of the explicans are more general than the sentence making the explicandum.

In such a case, the explicandum follows logically from the explicans and the latter actually explains the explicandum. The model thinking is not identical, however, with the nomothetical thinking, at least in economy. Two types of models occur as a minimum, although seldom in their pure form. These are:

- factographical models describing the condition or progress of an event, a phenomenon, or a process;
- explanation models describing the network of cause-and-effect and functional relationships between elements.

The most advantageous for studies in the science of economy is the condition when the science is oriented towards explanatory models which require knowledge on regularities as well as a developed methodological self-knowledge (nomological consciousness) among researchers.

For decades, economists and researchers have been searching for models representing a simplified image of economic reality. These models allow to a large extent to answer the question of how economic knowledge should evolve so that to be able to meet the expectations. The contemporary science is more oriented towards concrete empirical research and it treasures facts rather than the activities of those who present ideas (Musiał, 2011a, p. 50-55). However, it is worth analysing economic models and the ideas represented by them for the sake of the beneficial changes that the models can bring about if they are successfully implemented. This article brings up the three problems from the scope of economic modelling which were touched upon by three great economists of the 20th century. In the first part of the paper, Friedrich August von Hayek's concept of freedom in democracy has been discussed. The second part deals with Michał Kalecki's model of the business cycle. In the third part, the issues of globalisation and model approach to social justice have been raised.

2. The idea of freedom in Friedrich August von Hayek's concept

For centuries, freedom has been the goal and aspiration of societies and individuals. It is acknowledged by many people to be one of fundamental human rights. Freedom can be considered in many spheres of life, beginning from freedom in the political sphere through economic freedom. Friedrich August von Hayek (1899-1992), a representative of the Austrian school of economy, was one of advocates of economic and social freedom in 20th century. Hayek was an Austrian economist and philosopher. He was a founder and chairman of the "Mont Pelerin Society" which associated many liberal intellectualists (Musiał, 2011b, p. 71-74, 146-155). In 1974, he was honoured, together with Gunnar Myrdal, with the Bank of Sweden Prize in Economic Sciences in Memory of Alfred Nobel. The prize was awarded to him for his research on the theory of money and business cycles.

A prominent position in Friedrich August von Hayek's mental model is occupied by the idea of freedom. Hayek handled the subject in numerous works of the two following ones are the most important:

- *The Constitution of Liberty* [1960] 2007;
- *The Road to Serfdom* [1944] 2003.

In the first place, Hayek's views contained in *The Constitution of Liberty* will be presented. For Friedrich August von Hayek, freedom was a state in which the constraint imposed by some people against others is limited as much as possible (Hayek, 2007). According to Hayek, the idea of freedom is based on the assumption that each individual has an assured private sphere of life and that there is a certain set of conditions in the individual's environment which cannot be interfered in by other people. For Hayek, freedom also includes a political liberty which is identified with people's participation in the election of a government, in the legislative process and in control over the administration (Musiał, Mleczek, 2010, p. 9-18).

Hayek's book *The Constitution of Liberty* is considered to be an important work on the idea of freedom. It brings up the idea of freedom as a model factor determining economic processes. For Hayek, freedom is the state in which a human being is free of constraints on the part of other individuals. The policy of freedom consists in limitation of constraint or of adverse consequences of the same (Hayek, 2007). In a narrow meaning, freedom can be analysed as a political freedom. Another type of freedom which Hayek concentrates his attention on is the inner, metaphysical freedom which signifies the degree to which a human being is guided in their

activities mainly by their consciousness, reason or a permanent conviction rather than a momentary impulse or circumstances. The opposite of the above is an impact of temporary emotions or a moral or intellectual weakness (Hayek, 2007). Hayek paid also attention to the fact that freedom cannot be identified with liberties. Freedom is only one whereas there can be many liberties, i.e. ways of using freedom. They occur when there is a shortage of freedom. Liberties are privileges or relieves that can be obtained by groups or individuals whereas the rest (other groups and individuals) is not completely free to a lesser or greater extent (Hayek, 2007).

Hayek made a differentiation between individual - personal freedom and social - political one. He believed that a key value for freedom is the reign of law which is a basis of the democratic model of a state (Musiał, 2011b, p. 66-71). According to Hayek, democracy is based on freedom.

Friedrich August von Hayek identified democracy with the reign of law. He wrote in the book *The Constitution of Liberty*: "The freedom of economic activity was equal to the freedom under the reign of law, therefore, it did not mean a lack of any activity of the state in that field" (Hayek, 2007, p. 225). It follows from the above that he did not rule out the possibility of the government's interference in economic processes. He maintained, however, that the government every activity having attributes of interventionism should be analysed and assessed from the practical point of view. The reason for such arguing against possible activities of the government would be the conviction that the government which undertakes wrong actions may do a much greater harm to mechanisms of the market economy and thereby restrict the freedom which is a basis of a properly functioning system. Therefore, it is important that the state's activity should create conditions for taking individual decisions, provide means which individuals can use for their own purposes (Hayek, 2007, p. 225). In this approach, the state is responsible for creating for all people the same conditions and opportunities for activity which will ensure individual functioning conditions depending on individual predispositions. Democracy or, as a matter of fact, its executive apparatus should be guided by the opinion of the majority which is dependent on it. It happens so because the idea of democracy is based on the assumption that the imperative which the government is guided by must originate in an independent and spontaneous process. The process is lengthy and requires permanent legal frameworks (Musiał, Mleczko, 2010, p. 9-18).

In Hayek's mental model, the system of freedom does not exclude the principle of general regulation of economic activity which can be establish

in the form of general rules determining the conditions which have to be met when a specific activity is undertaken and performed (Musiał, Mleczek, 2010, p. 9-18). At the same time, Hayek maintained that any attempt to manage economic activity according to a predetermined plan would cause a lot of problems. A part of these problems would be of a moral nature; in his approach, in a free society, these problems cannot be solved. The reason for this is the fact that people, as a rule, have vague or even contradictory opinions. This renders it difficult to consider these problems and to formulate a common opinion on them.

In connection with the second mentioned book by Hayek, i.e. *The Road to Serfdom*, it should be said that Hayek, as an advocate of freedom in all spheres of public and economic life, also perceived the necessity for the state's management of certain areas. However, he believed it to be a threat for democracy. He said in the above mentioned book: "People can express their approval for introduction of a managed economy since they are convinced that this will contribute to a great *prosperity*" (Hayek, 2003, s. 67). It follows from the above quotation that perhaps people guided by the promise of general prosperity, in his opinion, voluntarily limit their freedom.

Hayek in his book emphasised particularly the fact that the price of democracy is limitation of conscious control to the spheres where there is a uniformity of views and that in some spheres of life things have to be left to chance. The democratic way of governing - in Hayek's assessment - will be tested whenever and wherever the power is exercised on the strength of widely accepted convictions (Hayek, 2003, p. 67).

As for the freedom-based model of a state, an economy and a society one should remember that benefits of democracy and freedom become manifest in a long perspective only, whereas their direct achievements may be equally well inferior to those of other forms of government, including extreme ones (Hayek, 2003, p. 117). It only confirms the widely shared opinion that democracy is not an ideal form of exercising power but it is the best of possible forms of government for the sake of freedom.

Friedrich August von Hayek was an advocate of broadly understood freedom which was considered by some as close to anarchy. However, Hayek, in his works, emphasised the necessity of constraint which should be within the state's authority. It is a proof that Hayek may not be compared to anarchists. In effect, Hayek proposed one of the most universal definitions of freedom in the 20th century. This freedom is the right of an individual to act which may be limited only by universal moral rights created in a long historical process and imposed by a democratic state.

Friedrich August von Hayek's views on freedom and democracy is characteristic for a model approach to modern societies and states. One should remember, however, that freedom is inseparably related to responsibility.

Therefore, it is only natural that in literature, freedom and democracy are interpreted, while taking as a starting point Hayek's views and constructing models of the contemporary economy and maintaining, as Witold Kwaśnicki, an outstanding expert on Hayek's achievements does, that the real freedom can only exist in a society of free and independent entrepreneurs, where the principal rule is that of free competition, the role of the government is limited and all distribution is carried out only by means of market mechanisms (Kwaśnicki, 2000).

3. Modelling of economic phenomena in Michał Kalecki's approach

The subject of economic research is investigated with the use of modelling. The stages of decomposition and quality description of the modelled object, including an economic system, are indispensable in conducting scientific research. Modelling in economy is also done with the use of the mathematical language of description. When constructing an explanatory model, scientists use both descriptive models and formalised ones. The so constructed model can be a forecasting basis for devising testable prognoses. Thereby scientific research comes back to its starting point, i.e. the reality, thus ending the circular tour of creation of a scientific theory. The term "model" is used equivocally and its interpretations frequently differ from each other. Władysław Krajewski, while basing on Kalecki's approach to economic modelling, used for the purpose his own classification of models with the following models defined (Krajewski, 2006, p. 308-309):

- a semantic model, most frequently used in mathematics and logistics;
- a technical model applied in technical sciences; both above models are also called real models;
- a theoretical (ideal) model which performs the paramount role in developed empirical sciences; it is a theoretical model of the real system of entities or processes and as a simplified scheme of such a system, it is easier to investigate than the real system in its entire complexity.

Kalecki said that models in the Kaleckian economics might be linked in respect of economic modelling with theoretical models obtained as a result

of application of the idealisation method in the science of economy. The Polish economist Michał Kalecki, whose scientific achievements are presented in this part of the paper, dealt in the first place with the business cycle. The modelled object was the business cycle explained with the use of a mathematical or economic model.

In 1933 Michał Kalecki published a dissertation entitled *Próba teorii koniunktury* which at present is numbered among classic works of economy. The research problem touched upon in the publication consisted in raising doubts about the positive answers given by classical and neoclassical scholars to the following questions:

- is there a tendency to macroeconomic equilibrium in the market economy;
- can such equilibrium, when established, be acknowledged to be an optimum condition of the economy?

Michał Kalecki based his considerations on a simple model of a capitalist closed economy. There are three negative feedbacks in Kalecki's model (Lechowski, 2006, p. 337-342):

- the first negative feedback occurs between consumption and national income; this feedback determines the consumption volume which depends on national income;
- the second feedback exists between the scale of investments and the non-consumed national income;
- the third feedback occurs between the change in time in the stock of capital goods and the global net investments made in a particular moment.

The mechanism of the model is composed of three aggregate constants. These are:

- profit;
- fixed capital;
- investments.

The interrelations between these three factors result in movement and changes in levels of production and employment, levels of prices and pays as well as in the interest rate. According to Kalecki, the economic growth depends on investments. He acknowledged them as the main factor determining the production level. Michał Kalecki believed that the eco-

conomic growth is a complicated function of investments, technical progress, savings and human factor employment volume. The explanation of the cycle can be started with the moment of increase in investment orders which results in an increase in production of capital goods as exceeding after some time the level of demand for new productive apparatus. The decreased investment profitability will bring about a drop in investment orders. In such a manner, all four phases of the cycle are presented. Michał Kalecki maintained that the business cycle is an inevitable phenomenon, which follows from the unstable economic activity which occurs in capitalist economy. He said: "free competition may be a useful assumption in the initial stage of certain research, however, it is only a myth that the notion describes the normal state of the capitalist economy" (Kalecki, 1980, p. 39). Thereby Kalecki, as one of few scholars at that time - it is no overstatement to say that also today - maintained that not a free competition but a different type competition, i.e. oligopolistic one [in short: oligopoly] is a useful tool in economic modelling. Kalecki also formulated theses that indirectly admitted that workers were right in their combat for higher wages: an increase in wages has an impact on the increase in effective demand. This increase is constituted much sooner by capitalists' high profits than by total wages and salaries.

A key for understanding business fluctuations is the investment process. Investments have effect on improvement in the economic situation at the time when they are made. The public economy is fed with additional buying power. However, the increase in productive apparatus and, in consequence, in production as resulting from the new investments leads to a drop in the rate of profit and, consequently, to a slowdown and than a collapse of the economic recovery. Michał Kalecki noticed that an increase in the productive apparatus as well as the enrichment of the society carry the germ of the crisis and as a result the enrichment proves to be potential only. A certain part of the productive apparatus remains unused and may be activated not sooner than during the next improvement in the economic situation. Michał Kalecki's work *Próba teorii koniunktury* explained the role of the additional purchasing power created through a budget deficit or through achieving an export surplus. The book also provided grounds for understanding the economic role of the state and the role of expansion into outer markets. Michał Kalecki proved that it is not true that a decrease in pays leads to higher profits and, consequently, a higher accumulation fund, thus fostering an economic recovery. He maintained that a drop in pays may reduce workers' income but it does not increase thereby profits.

Therefore, it leads to a decrease in national income and to deepening of the crisis situation.

An extended version of the book *Próba teorii koniunktury* was published in English in 1937 with the title *A Theory of the Business Cycle*. After World War II, Michał Kalecki developed a dynamic approach to the problems raised in *Próba teorii koniunktury*. In *Teoria dynamiki gospodarczej* (1954) and in the paper entitled *Uwagi o teorii wzrostu* Michał Kalecki emphasised that a long-term development cannot be taken for granted as inherent in the capitalist economy but it must be sustained by innovations coming in a sense from the outside. These innovations include also discoveries of new sources of raw materials. The above mentioned article was dedicated to a theoretical substantiation of that concept and the author voiced his opinion there to some aspects of the theory of economic growth as formulated by R.F. Harrod. Harrod's standpoint that the contradiction of the capitalist economy manifests itself in fluctuations of the trend line was opposed by Michał Kalecki with the thesis that the contradiction of the capitalist system is deeper rooted and that the system cannot break the impasse of fluctuations around a statistical position if the economic growth is not sustained by such factors as fuelling investments through innovations.

Kalecki's economic modelling from the period of working on *Teoria dynamiki gospodarczej* was focused in the first place on explaining relationships that occur between the rate of growth of the economy on one hand and the efficiency of capital and the rate of investment on the other hand, as well as between the capital/labour ratio, labour productivity and the capital intensity of national income. A model formulation of dependencies between the above economic variables allowed him to investigate the regularities governing the rate of growth acceleration at different levels of use of labour force resources. Kalecki also pointed to direct and indirect growth factors. All this was supplemented by him with elucidating the relation between the rate of consumption and the rate of investments, as well as with the analysis of barriers to economic growth.

Michał Kalecki presented a new model of economic growth, while referring to Harrod's model, in the following form (Woźniak, 2006, p. 147):

$$g = i/k - \delta + u$$

where:

g – rate of growth of the national income which corresponds to today's GNP (Y),

k – incremental production capital intensity coefficient $I/\delta Y$,

i – rate of investments I/Y ,

δ – coefficient of GNP rate decrease resulting from fixed capital consumption,

u – coefficient of GNP rate increase resulting from non-investment improvements.

Investment decisions are taken under the influence of three factors:

- the volume of current savings of companies;
- the rate of changes of global profits;
- the rate of changes of fixed capital resources.

The strength of impact of the above mentioned three factors results in occurrence of regular business fluctuations in the economy. Kalecki's model of business cycle has an autonomous course. He divided the investment cycle into the following phases:

- 1) the prevalence of demand effects of investment activity over supply ones, investments are positive and steadily growing, fixed capital resources are growing, which leads to a slower and slower increase in investments and then to prevalence of supply effects of investments over demand ones; the volume of investment shares begins to diminish, however, they are still positive and fixed capital resources are growing;
- 2) the decreasing investments begin to assume negative values and resources of fixed production devices are growing smaller, whereas the decrease in production capacities favourably affects the profitability rate and thereby investment decisions;
- 3) an increase in investment expenditures, however in the range of negative values, capital resources are diminishing; the end of this phase and at the same time the return to the situation characterised by phase 1 occurs when investment expenditures achieve a positive value.

In Michał Kalecki's model, a precondition for a long-term economic development is innovation and invention. Each new invention, similarly to a profit increase, becomes a source of a certain number of additional investment decisions (Kalecki, 1980, p. 184). The impact of a steady stream of inventions to investments can be compared to the impact of a fixed rate of profit growth. Such a stream contributes to raising the volume of investments per time unit above the level which would exist without inventions (Kalecki, 1980, p. 185). Such is a direct impact of new inventions to investments. Innovations are understood as a gradual adjustment of productive

equipment to the current state of technology. Therefore inventions transform a static system into the one exhibiting a long-term economic growth (Kalecki, 1980, p. 186).

In view of the above, it should be added that the greater is the volume of capital equipment, the stronger is the impact of innovations on the investment level. This can be exemplified by the recently discovered deposits of the shale gas which be extracted by a highly advanced acquisition system and only through application of most advanced technology. Such a technology is a rather expensive investment. Hence, Michał Kalecki's theoretic considerations are still very topical. In Jerzy Osiatyński's opinion: "no theory can fully explain the phenomena which occur many years later; this applies also to Kalecki' theory. However /.../, taking into consideration of many new factors requires relatively slight modifications which, thus far, do not infringe the basic analytical structure or the main conclusions" (Kalecki, 1986, p. 256).

4. Social justice in the globalized world according to Joseph Eugene Stiglitz

Joseph Eugene Stiglitz (born in 1943) is an American economist, a winner the Bank of Sweden Prize in Memory of Alfred Nobel which he received for the analysis of markets characterised by the asymmetry of information. Stiglitz is the author of many publications where the system of globalization has been subjected to criticism and proposes a model of economy based on a permanent and sustainable economic development which is to ensure a raise in the living standard level of the whole society. An economic model of the contemporary economy can be read through the prism of Stiglitz' works of which only three papers are mentioned here. These are:

- *The Roaring Nineties: A New History of the Word's Most Prosperous Decade* [2003], 2006;
- *Globalization and Its Discontents* [2002], 2006;
- *The social costs of globalization*, "The Financial Times", February 25, 2004.

In book *The Roaring Nineties: A New History of the Word's Most Prosperous Decade*, Stiglitz has presented the social and economic order based on three pillars; the first one - social justice; the second - democracy and freedom and the third - the equilibrium between an individual and a com-

munity (Kowalik, 2011). Thereby, Stiglitz raised the issue of social justice which should be a constitutive feature of the economic system. In Stiglitz's model, social justice is a prerequisite of a stable economic growth, whereas globalization is a factor threatening the social justice. Globalization has led to the economic crisis and an increase of social inequalities (Stiglitz, 2004).

Joseph E. Stiglitz regards social justice as a moral duty. Justice is also a deeply rooted value of the American society which can already be found in the Declaration of Independence of the USA. All members of that society should be equal irrespective of their race, place of residence, nationality, and sex. Stiglitz also notices that the rules of social justice have remained invariable for hundreds of years; the only thing that keeps changing is the degree of interest which the rules meet with. Also the views on the instruments that should be used so that to achieve and introduce the justice have changed (Stiglitz, 2006b). According to Stiglitz, social justice is the value which should set courses of actions taken in the international market.

In the second of the above mentioned books, entitled *Globalization and Its Discontents*, Stiglitz says that the process of globalization does not serve the needs of poor people of the world, neither does it help to improve the natural environment or contribute to stability of the world economy. Globalization has intensified adverse changes resulting from the transition to the market economy; the scale of poverty and income stratification have grown (Stiglitz, 2006a). This situation does not contribute to propagation of social justice which plays so prominent role in Stiglitz's model. For that reason, Stiglitz has proposed a balanced action in his economic model. The action does not consist in rejecting the idea of globalization. After all, Stiglitz perceives some benefits resulting from globalization, including the economic success of the South-East Asia, the world trade development and the increased access to markets and technologies.

According to Stiglitz, globalization has contributed to improvement in the general health level and initiated actions in support of the civic society, the one that declares for democracy and social justice (Stiglitz, 2006a). In this approach, globalization does not exclude social justice, on the contrary it has contributed to its propagation and extension, since the problem is not in the globalization itself but in the manner in which it is conducted (Stiglitz, 2006a). The problem is related to the manner of functioning of international financial institutions, such as: the World Trade Organisation, the International Monetary Fund, or the World Bank. They stimulate globalization, while realising their liberal and/or stabilizing objective. The institutions have an effect on the global economic situation and on the regional

integration in the manner conformable with interests of highly developed countries. The situation diverges much from the idea of social justice which the highly developed countries should also be guided by in their relations with poorer neighbours.

Joseph E. Stiglitz perceives the necessity of a reform of financial markets as aimed ensuring a sustainable development levelling differences in living standards of states of the world (Stiglitz, 2006a, p. 193). Stiglitz says: "I am deeply convinced that globalization can be shaped anew so that to utilise the potential of good that lies in it. I also believe that the international economic institutions can be shaped anew in the way that will allow them to utilise the potential. However, in order to understand how the institutions should be transformed, one should comprehend first why they have failed so much" (Stiglitz, 2006a, p. 193). It follows from the above quotation that Stiglitz was conscious of the fact that the process of economic and social changes has to generate some costs. Stiglitz also said: "Problems and sufferings have thereby become a part of the process of salvation, a proof that the country is on the right course. In my opinion, sufferings are sometimes necessary but they are not a virtue in themselves. A well designed policy may allow to avoid most of the problems, whereas some of them - e.g. the poverty caused by a sudden cut in subsidies to food, leading to riots and unrest, violence in cities and disintegration of the social tissue - are counter-productive" (Stiglitz, 2006a, p. 47). So Stiglitz perceived the chances and threats presented by the process of globalization in their entirety. He believed, however, that no alternative methods exist which enable a sustainable growth and at the same time do not bring about any adverse social effects. Therefore the globalization process should be steered so that to minimise its adverse effects.

A characteristic feature of the model presentation of economy by Stiglitz is apprehension of the necessity to interfere and participate in functioning of economy and in global financial processes, institutions and international organisations. Stiglitz maintained that the market does not ensure stabilisation and that the market itself does not generate a higher growth level and the scope of poverty may extend in spite of the developing economy. Moreover, the market not only fails to create a sufficient number of new job but even cannot keep up with the pace of their liquidation due to increasing productivity (Stiglitz, 2006b).

Another important notion, beside that of social justice, is the notion of equality of opportunities which has been discussed at length by Stiglitz in his works. Stiglitz says that the prospects that children have for the future

should not depend on their parents' wealth, therefore efforts must be made to increase the equality of opportunities. It means that a country will be able to better utilise its human capital if it assures that everybody will be able to attain in their lives the goods corresponding to their abilities. Such a state of affairs will ensure a better effectiveness and justice. However, to achieve this, everything possible must be done to ensure that honesty and justice prevail not only among contemporary people but also among future generations (Stiglitz, 2006b). For that reason, the current development should not take place at the expense of the unborn generations. Also the natural environment degradation must be prevented. Stiglitz says: "If we poison the atmosphere, if we change the climate as a result of increasing concentration of greenhouse gases as we have done for the past two hundred years, we will jeopardize the well-being of our children and grandchildren" (Stiglitz, 2006b, p. 259). It is one of many reasons for which we should care not only for social justice but also for permanent and sustainable development.

To summarise, one can say that Stiglitz identifies the notion of social justice, or the lack of the same in the contemporary world, with wrong globalization processes. Contemporary globalization means that the countries of the world are strictly integrated. In this connection, a greater need for collective actions in solving common problems occurs (Stiglitz, 2006b, p. 259). The best example here is the problem of environmental pollution. Stiglitz uses the following example: "The whole world uses the same atmosphere, therefore when the atmosphere is polluted by one country, i.e. the United States, it has significant consequences for other countries; it may lead to floods in Bangladesh or even to inundation of some states on Pacific islands. In spite of this, America is reluctant to acknowledge the view that the decisions that have a global impact should be taken in conformity with democratic rules" (Stiglitz, 2006, p. 268). It follows from the above quotation that it is necessary to establish common principles and standards of action, however in such a way that they will also take into account the interests of developing countries and not only the highly developed ones which form a kind of a global government. They can have an impact on economies of less developed countries, not being guided by the rules of social justice.

Hence, in view of globalization, the issues related too social justice have to be brought to the global level. It is already known - and the problem is raised in the scientific literature - that, as Grażyna Musiał says, the highly developed countries, in order to maintain their dominant position,

consolidate the social and economic contrasts between them and the rest of the countries which are plunged into a worse and worse economic situation (Musiał, 2011a, p. 239).

The globalization of the last twenty years, as deprived of prerogatives of social justice, demonstrates that the world is still at risk from the economic crisis. It can be supposed that the current crisis will force scholars to change their way of thinking of the global economy and to take into consideration the principles of solidarity and social justice in line with Joseph Eugene Stiglitz's teaching.

5. Summary

Hayek and Kalecki in the history of the contemporary economic theory, and Stiglitz in the latest economics - they all had something non-standard to say in science. Their views on freedom, economic dynamics, and social justice were of special importance. The rank of the ideas propagated by the scholars has ensured for them a prominent position as regards modelling of economic phenomena - also among future generations of researchers.

BIBLIOGRAPHY

- Grabińska T., *Poznanie i modelowanie*. Oficyna Wydaw. Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1994.
- Grabińska T., *Philosophy in Science*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej. Wrocław 2003.
- Hayek F.A. von, *Konstytucja wolności*. Translated by J. Stawiński, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warsaw 2007.
- Kalecki M., *Dzieła. Kapitalizm. Dynamika gospodarcza*. Vol. 2. Endnotes and edition by J. Osiatyński. PAN-PWE, Warsaw 1980.
- Kalecki M., *Teoria dynamiki gospodarczej. Rozprawa o cyklicznych i długofalowych zmianach gospodarki kapitalistycznej (1954)*. In: Kalecki M., *Dzieła. Kapitalizm. Dynamika gospodarcza*. Vol. 2. Edition by J. Osiatyński. PAN-PWE, Warsaw 1980.
- Kałużczyńska E., *Modele teorii empirycznych*. The Institute of Philosophy and Sociology. The Polish Academy of Science Warsaw 1994.
- Krajewski W., *Rola modeli w naukach empirycznych*. In: *Twórczość naukowa Michała Kaleckiego i jej znaczenie w teorii ekonomii*. Research

- Work. Edited by G. Musiał, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Katowicach, Katowice 2006.
- Krajewski W., Różne pojęcia modelu w nauce. „Zagadnienia Naukoznawstwa”, Warsaw 1996, No. 4.
- Kwaśnicki W., Historia myśli liberalnej. Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warsaw 2000.
- Lechowski J., Model cyklu koniunkturalnego z trzema sprzężeniami zwrotnymi według Michała Kaleckiego. In: Twórczość naukowa Michała Kaleckiego i jej znaczenie w teorii ekonomii. Research Work. Edited by G. Musiał, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Katowicach, Katowice 2006.
- Musiał G., Z punktu widzenia ekonomii. Wydanie drugie, „Śląsk” Wydawnictwo Naukowe, Katowice 2011. [a]
- Musiał G., Osiągnięcia ekonomii XX wieku. Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, Katowice 2011. [b]
- Musiał G., Jak wyjaśniają ekonomiści relacje pomiędzy teorią a praktyką? Refleksje metodologiczne. In: Dokonania współczesnej myśli ekonomicznej - teorie ekonomiczne a polityka gospodarcza państw. Praca zbiorowa pod redakcją U. Zagóry-Jonszty. Wydawnictwo Uczelniane Akademii Ekonomicznej im. Karola Adamieckiego w Katowicach, Katowice 2001.
- Musiał G., Mleczek Ł.J., 'Konstytucja wolności' Friedricha Augusta von Hayeka i jej aktualne znaczenie. Materials from the 12th International PTU Conference on Social Dimensions of the Universalistic Attitude. Europe as a Community of Communities. A. Góralski (Ed.), Warsaw, 20-22 September 2010, p. 9-18.
- Nowak L., Model ekonomiczny. Studium z metodologii ekonomii politycznej. Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne. Warsaw 1972.
- Osiatyński J., Posłowie. Teoria dynamiki gospodarczej po trzydziestu latach. In: Kalecki M.: Teoria dynamiki gospodarczej. Rozprawa o cyklicznych i długofalowych zmianach gospodarki kapitalistycznej [1954]. PWE, Warsaw 1986.
- Stiglitz J. E., Globalizacja. Translated by H. Simbierowicz, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warsaw 2006 (a).
- Stiglitz J.E., Szalone lata dziewięćdziesiąte. Translated by H. Simbierowicz, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warsaw 2006 (b).
- Woźniak M.G., Podstawowa formuła wzrostu gospodarczego Michała Kaleckiego z perspektywy ekonomii neoinstytucjonalnej. In: Twórczość naukowa Michała Kaleckiego i jej znaczenie w teorii ekonomii. Rese-

arch Work. Edited by G. Musiał, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Katowicach, Katowice 2006.

Wójcicki R., Article Model. In: Filozofia a nauka. Zarys encyklopedyczny. Ossolineum, 1987.

Internet:

Kowalik T.: Cienie najświetniejszej dekady, a review of the book 'The Roaring Nineties' which has appeared in "Le Monde Diplomatique - Polish Edition"; <http://www.lewica.pl/?id=12568> (10.10.2011).

Stiglitz J.: The social costs of globalization. "The Financial Times", February 25, 2004, London, http://www2.gsb.columbia.edu/faculty/jstiglitz/download/opeds/Social_Costs.pdf (01.10.2011).

MODELE PROGRAMOWANIA STOCHASTYCZNEGO W PROBLEMACH GOSPODARCZYCH I SPOŁECZNYCH

STOCHASTIC PROGRAMMING MODELS OF INDUSTRIAL AND SOCIAL PROBLEMS

Andrzej Z. Grzybowski*

Abstract

The paper is devoted to the comparison of two approaches for modelling optimization tasks that arise in various industrial and social problems connected with decision-making, Linear Programming and Chance Constrained Programming. In linear programming approach, which is perhaps the most popular one, a decision maker does not take into account the uncertainty connected with various quantities necessary for proper problem definition whilst the Chance Constrained Programming belongs to the major approaches for dealing with random parameters in optimization problems. An example presented in this paper shows the major differences between these approaches and illustrates the negative consequences resulting from modelling stochastic problems with the help of deterministic tools.

1. Wstęp

Stosowanie modeli optymalizacyjnych do opisu rozmaitych sytuacji decyzyjnych, występujących w gospodarce, ma bardzo długą historię. Za pierwszych spośród liczego grona teoretyków optymalizacji, którzy zajęli się jej stosowaniem w problemach społecznych i gospodarczych, uważa się Tjallinga Koopmansa i Leonida Kantorowicza, ojców współczesnej teorii badań operacyjnych. Dostali za to nagrodę Nobla w zakresie ekonomii, a dokładniej „za wkład wniesiony do teorii właściwego przydziału zasobów”. W tym ponad pięćdziesięcioletnim okresie czasu rozwinęło się wiele metod badań operacyjnych, które mają bezpośrednie zastosowanie w różnych aspektach zarządzania gospodarką.

W pierwszym okresie rozwoju metod optymalizacyjnych, w głównym nurcie badań, znajdowały się problemy deterministyczne, a uwaga większości badaczy koncentrowała się na możliwościach uwzględniania wielu kryteriów w podejmowaniu optymalnych decyzji. Tak powstały metody progra-

* dr inż. Andrzej Z. GRZYBOWSKI, Akademia Polonijna w Częstochowie; Politechnika Częstochowska.

mowania celowego, programowania wielokryterialnego, metody analizy wieloatrybutowej itd. Bardzo szczegółowy i rzetelny przegląd prac z tego obszaru badań oraz ich zastosowań w problemach zarządzania finansami można znaleźć w pracy Ralpa Steuera i Paula Na, *Multiple criteria decision making combined with finance: A categorized bibliographic study* (Steuer, Na, 2003).

Obecnie, od wielu już lat, coraz większym zainteresowaniem cieszą się metody uwzględniające niepewność i ryzyko przy podejmowaniu decyzji. Stosowane są tu różne podejścia do opisu niepewności oraz, jak zwykle, różne modele sytuacji decyzyjnych, z którymi można zetknąć się w rzeczywistości (Slodičák, Novitzká 2010; Sen, Higle 1999; Spall 2003). Badania związane z modelowaniem takich sytuacji są bardzo ściśle powiązane z rozwojem metod umożliwiających ich rozwiązywanie (Sen 2001). Wiadomym jest to, że bez rozwoju różnych technik rozwiązywania problemów decyzyjnych możliwości ich opisu byłyby znacznie mniejsze, gdyż - w kontekście podejmowania decyzji - model, którego sposób rozwiązania pozostaje nieznanym, jest w praktyce nieprzydatny. Bez powstania różnorodnych nowych algorytmów pozwalających rozwiązywać (choćby w przybliżeniu) problemy o wielkiej złożoności obliczeniowej (np. problemy NP-zupełne) czy algorytmów optymalizacji numerycznej (algorytmy genetyczne, metody miękkiej selekcji, sieci neuronowe itd.), bez rozwoju technik programistycznych, bez rozwoju samej technologii IT wreszcie, nie miałyby sensu modelowanie wielu sytuacji decyzyjnych w sposób, w jaki to obecnie czyni się na świecie.

Niniejsza praca poświęcona jest przedstawieniu kilku wybranych i stosunkowo nowych propozycji metodologicznych przydatnych w modelowaniu i rozwiązywaniu problemów optymalizacyjnych, pojawiających się w różnych sferach zarządzania gospodarką. W dalszej części szczególne uwagi będzie poświęcone modelom podejmowania decyzji w warunkach niepewności, wynikającej z niepewnego opisu rzeczywistości lub z faktu, że jej stany zależne są od realizacji zjawisk losowych.

Należy zacząć od wprowadzenia idei programowania stochastycznego ze szczególnym uwzględnieniem programowania liniowego przy ograniczeniach realizowanych z określonym prawdopodobieństwem. Przedstawiony przykład, w pierwszej części pracy, ma na celu jedynie ilustrację omawianych idei, zatem jest bardzo uproszczonym obrazem rzeczywistości gospodarczej. Część druga poświęcona jest metodom programowania celowego w warunkach niepewności i przykładom jego zastosowań w rzeczywistych problemach podejmowania decyzji gospodarczych.

Metody, które zostaną tu przedstawione, mogą być uważane za stosunkowo nowe, ze względu na niedawno powstałe zainteresowanie nimi środowiska praktyków zarządzania gospodarką, jednak same metody optymalizacyjne były już znane wcześniej. Wspomniane zainteresowanie wynika zresztą z tego, że pojawiły się techniczne (komputerowe) możliwości efektywnego rozwiązania tych problemów, które jeszcze parę lat temu mogły być bardzo uciążliwe lub wręcz niemożliwe do rozwiązania. Należy też pamiętać, że metody obecnie uważane za nowe, za kilka lat zapewne zostaną zastąpione przez nowsze, dające więcej możliwości trafnego opisu rzeczywistości. Dlatego w zakończeniu pracy przedstawiono kilka szczególnie interesujących kierunków badań, obserwowanych w piśmiennictwie światowym w ostatnich latach.

2. Programowanie z ograniczeniami probabilistycznymi

Zapewne najczęściej stosowanym w praktyce gospodarczej modelem problemu optymalizacyjnego jest dobrze znany fachowcom od optymalizacji model zwany zadaniem programowania liniowego (ZPL):

Zadanie PL:

Maksymalizuj: $f(x_1, \dots, x_n) = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n$

przy ograniczeniach:

$$a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 + \dots + a_{in}x_n \leq b_i \quad i=1, \dots, m$$

$$x_1 \geq 0, \dots, x_n \geq 0$$

Model ten na stałe zagościł w teorii optymalizacji (w tym w prakseologii) w latach drugiej wojny światowej, kiedy to stosowano te modele w różnych problemach związanych z logistyką działań wojennych, w szczególności związanych z transportem (konwojami morskimi) czy problemami wyżywienia milionowych armii.

Jeśli chodzi o sam model ZPL zdefiniowany powyżej, to w zależności od problemu, zadanie maksymalizacji (np. zysków) można zastąpić zadaniem minimalizacji (np. kosztów). Również charakter nierówności ograniczających zbiorów możliwych decyzji może być w praktyce inny – jak jednak wiadomo, każdy praktyczny problem może być formalnie zapisany w powyższy sposób. Najpowszechniej stosowaną metodą znajdowania optymalnego rozwiązania takiego problemu jest metoda sympleks, którą w 1947 r. zaproponował George Danzig. O ile takie rozwiązanie istnieje, to metoda ta pozwala zawsze je znaleźć i na dodatek robi to bardzo szybko (z wykorzy-

staniem komputerów). W kontekście celu tej pracy należy podkreślić, że wszystkie występujące w zadaniu PL wielkości (poza zmiennymi decyzyjnymi) są dokładnie określone. Powstaje naturalne pytanie, co będzie, jeśli niektóre z tych wielkości są niepewne, bo np. losowe?

Jednym ze sposobów poradzenia sobie z modelem ZPL, w którym niektóre z parametrów są losowe, jest zastosowanie metody programowania z zadanymi prawdopodobieństwami realizacji ograniczeń. W literaturze angielskiej metoda ta nazywana jest *Chance Constrained Programming* (CCP). Była ona po raz pierwszy opisana i przeanalizowana w latach 1959 i 1961 przez Charnes'a i Coopera (Charnes, Cooper 1959; 1961). Otrzymujemy dwa możliwe modele: CCP z probabilistycznymi ograniczeniami indywidualnymi (CCPI) lub CCP z probabilistycznymi ograniczeniami łącznymi (CCPJ). Są one definiowane następująco.

Zadanie CCPI:

Maksymalizuj: $Ef(x_1, \dots, x_n) = E(c_1)x_1 + E(c_2)x_2 + \dots + E(c_n)x_n$

z m ograniczeniami:

$$\Pr(a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 + \dots + a_{in}x_n \leq b_i) \geq q_i \quad i=1, \dots, m$$

$$x_1 \geq 0, \dots, x_n \geq 0$$

gdzie:

E jest symbolem wartości oczekiwanej,

\Pr symbolem prawdopodobieństwa,

q_i zadanymi przez decydenta i satysfakcjonującymi go prawdopodobieństwami realizacji poszczególnych z m ograniczeń

Zadanie CCPJ:

Maksymalizuj: $Ef(x_1, \dots, x_n) = E(c_1)x_1 + E(c_2)x_2 + \dots + E(c_n)x_n$

z m ograniczeniami:

$$\Pr(a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 + \dots + a_{in}x_n \leq b_i, \quad i=1, \dots, m) \geq q$$

$$x_1 \geq 0, \dots, x_n \geq 0$$

Jak widać, różnica między przedstawionymi typami zadań CCP polega na tym, że w pierwszym przypadku prawdopodobieństwa realizacji poszczególnych ograniczeń określane są dla każdego z nich indywidualnie, w drugim przypadku prawdopodobieństwo określane jest dla całego zestawu ograniczeń łącznie. Jest to dość ważna różnica zarówno na poziomie modelu, jak i jego rozwiązania. Przedstawione tu idee oraz pewne związane z nimi problemy zilustrowano na przykładzie następującego problemu optymalizacyjnego.

Rozważmy sytuację, w której z budżetu państwa lub jednostki samorządowej ma zostać sfinansowany szereg jednorodnych inwestycji, mających na celu realizację pewnych ważnych zadań społecznych w danym regionie. Przykłady takich inwestycji mogą być różne i mogą też bardzo się między sobą różnić. Można pomyśleć tu np. o urządzeniach ciepłowniczych (kotłowniach), laboratoriach medycznych, zakładach utylizacji odpadów itp. Ważną tu kwestią jest to, że owe jednostki produkują rzeczy pożądane (dobra lub usługi) oraz niepożądane, takie jak odpady stałe i ciekłe, dwutlenek węgla, trudne do utylizacji substancje chemiczne itp. To, ile i czego taka jednostka wyprodukuje, zależy od technologii, w której zostanie wykonana; od niej też zależy cena wykonania, jej możliwości zaspokajania potrzeb i wreszcie koszty bieżącej eksploatacji. Jeśli kapitał przeznaczony na realizację takiej inwestycji jest dany, a wszelkie ograniczenia środowiskowe są określone, to problem optymalnego rozdysponowania posiadanych środków można przedstawić jako ZPL lub CCP. Dla ilustracji różnicy między tymi dwoma modelami rozważyć należy następujący przykład. Jest on z konieczności prosty, ale zawiera wszelkie składniki, które występują w rzeczywistych problemach.

Wyobraźmy sobie zatem, że w pewnym regionie brakuje urządzeń do nowoczesnej, medycznej diagnostyki laboratoryjnej. Urządzenia te powinny wykonywać badania różnych typów, oznaczmy te typy badań jako A, B, C i D. W zależności od technologii wykorzystanej przy konstrukcji takiego urządzenia (i/lub w zależności od producenta) urządzenie takie w jednostce czasu (np. w ciągu doby) może wykonać określoną (ale różną w zależności od technologii) liczbę badań określonego typu. Ponadto urządzenia te różnią się ilością szkodliwych substancji, powstających w wyniku przeprowadzonych badań oraz oczywiście ceną zakupu i kosztami eksploatacji. Przykładowe, szczegółowe informacje na ten temat zawarte są w poniższej tabeli. Wydajność urządzeń podano jako liczbę badań w ciągu doby, ilość szkodliwych substancji (przy założeniu maksymalnego wykorzystania laboratorium) w *kg / dobę*.

Tab. 1: Dane do przykładu

Kryterium	Technologia wykonania urządzenia:	T1	T2	T3	T4
K1	wydajność badań typu A	15	20	20	15
K2	wydajność badań typu B	120	150	130	110
K3	wydajność badań typu C	40	100	100	110
K4	wydajność badań typu D	25	55	75	80

Kryterium	Technologia wykonania urządzenia:	T1	T2	T3	T4
K5	emisja szkodliwych substancji	15	10	10	8
K6	cena urządzenia (tys.)	200	330	400	450
K7	bieżące koszty eksploatacji	2	4	4	3

Źródło: Opracowanie własne.

Założmy też, dla przykładu, że dobowe zapotrzebowanie na badania poszczególnych typów w regionie wynoszą 700, 10.000, 5.000 i 2.000, oraz, że z powodów związanych z ochroną środowiska ilość substancji obieranych z laboratoriów nie może przekraczać 350 kg na dobę. Na zakupy można przeznaczyć maksimum 22,5 mln złotych. Naszym celem jest taki plan zakupów, który zaspokoi w nadchodzących latach potrzeby społeczne i zminimalizuje sumaryczne, bieżące koszty eksploatacji ponoszone przez jednostkę finansującą.

Taki problem można przedstawić w postaci modelu ZPL. Niech zatem x_1, x_2, x_3, x_4 oznaczają wielkości zakupów urządzeń poszczególnych rodzajów T1, T2, T3 i T4. Naszym zadaniem jest zminimalizowanie następującej funkcji celu FC (funkcja bieżących kosztów eksploatacyjnych):

$$FC = 2x_1 + 4x_2 + 4x_3 + 3x_4$$

Ograniczenia, wynikające z poszczególnych kryteriów, są następujące:

$$K1: 15x_1 + 20x_2 + 20x_3 + 15x_4 \geq 700$$

$$K2: 120x_1 + 150x_2 + 130x_3 + 110x_4 \geq 10.000$$

$$K3: 40x_1 + 100x_2 + 100x_3 + 110x_4 \geq 5.000$$

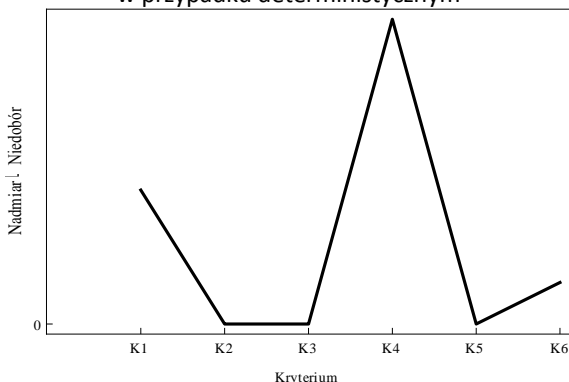
$$K4: 25x_1 + 55x_2 + 75x_3 + 80x_4 \geq 2.000$$

$$K5: 15x_1 + 10x_2 + 10x_3 + 8x_4 \leq 1.100$$

$$K6: 200x_1 + 330x_2 + 400x_3 + 450x_4 \leq 22.500$$

Ponadto wszystkie zmienne muszą być nieujemnymi liczbami całkowitymi.

Rys. 1: Spełnienie kryteriów przez rozwiązanie optymalne w przypadku deterministycznym



Źródło: Opracowanie własne.

Jest to zadanie klasyczne i jego rozwiązanie jest następujące:

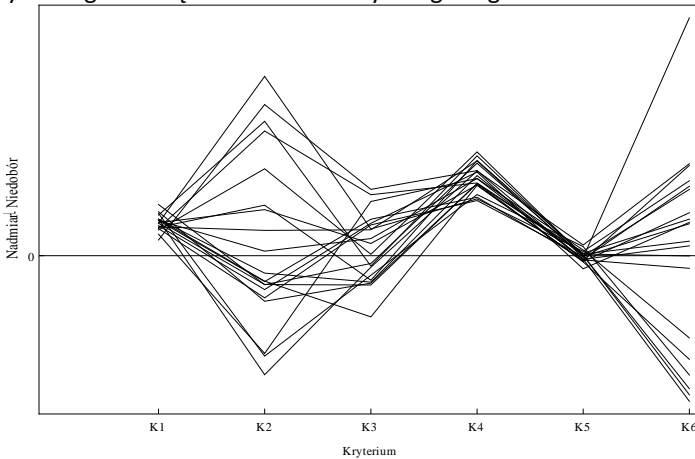
$$x_1=60, x_2=4, x_3=0, x_4=20$$

Jeśli przyjrzymy się temu rozwiązaniu to okazuje się, że trzy spośród wszystkich kryteriów zostały spełnione bez nadmiaru (tzn. nierówności nieostre są równościami). Dotyczy to kryteriów K2, K3 i K5. Sytuację tę ilustruje rys. 1.

Ciekawym jest zbadanie, jak to rozwiązanie się sprawdzi, gdy przyjmie się bardziej życiowe założenie, że niektóre z parametrów problemu są losowe. Zarówno zapotrzebowanie na usługi laboratoryjne, jak i wydajność poszczególnych urządzeń są niedeterministyczne, zależą od wielu losowych czynników. Można zatem założyć, że owe losowe czynniki mogą zakłócać parametry problemu średnio o 10% (w górę lub w dół wartości). Dokładniej, można przyjąć, że zakłócenia owe mają rozkład normalny ze średnią zero z odchyleniem standardowym równym 10% wartości podanych w tab. 1.

Dla takiego przypadku wygenerowano 20 przebiegów symulacyjnych badanego procesu - wyniki przedstawiono na rys. 2. Jak widać, nawet dla tak małych odchyłeń standardowych często zdarza się, że któreś z kryteriów jest niespełnione (tu akurat zdarzyło się to 19 razy na 20 symulacji!). Zatem w świecie realnym proponowane deterministyczne rozwiązanie *optymalne* wydaje się być niegodne polecenia. Aby znaleźć rozwiązanie bardziej realistyczne należy sięgnąć do modeli programowania stochastycznego.

Rys. 2: Symulacja 20 przebiegów realizacji problemu przy zastosowaniu optymalnego rozwiązania deterministycznego i ograniczeniach losowych



Źródło: Opracowanie własne.

Niestety w takim przypadku znalezienie rozwiązania jest znacznie trudniejsze. Ich jakość zależy jednak od szczegółowych założeń problemu, zwłaszcza tych związanych z jego stochastycznym charakterem (które z parametrów problemu są losowe, co wiemy o ich łącznych rozkładach itp.) Wykorzystuje się tu w specjalnych przypadkach metody optymalizacji wypukłej, różnorodnie metody gradientowe (np. w przypadku wielowymiarowych łącznych rozkładów normalnych). Więcej informacji na temat algorytmów stosowanych do rozwiązań zadań z probabilistycznymi ograniczeniami można znaleźć w pracy Beraldiego i Ruszczyńskiego (2002) oraz w monografii Ruszczyńskiego i Shapiro (2003). Numeryczne algorytmy do rozwiązywania różnych problemów w sytuacji, gdy losowa jest tylko prawa strona równań ograniczających, można odnaleźć w książce Mayera (Mayer, 1998). Można też sięgnąć do metod optymalizacji globalnej, które, jak się okazuje, są bardzo przydatnym narzędziem w rozwiązywaniu takich problemów (Grzybowski, 2011; Słodičák, 2011; Spall, 2003; Weise, 2011).

3. Podsumowanie

Opisane metody optymalizacyjne, przydatne w rozwiązywaniu problemów optymalizacyjnych, występujących w życiu społeczno-gospodarczym, w warunkach niepewności nie wyczerpują propozycji meto-

dologicznych analizowanych w zakresie badań operacyjnych. Do najważniejszych, a tu nie omówionych, należą modele stochastycznego programowania celowego (Aounii, Kettani, 2001; Bhattacharya, 2009; Kalu, 1999). Bardzo ciekawe i realistyczne zastosowania ma też ich wersja wielokryterialna. W tych ostatnich problemach, inaczej niż w problemach programowania celowego, decydentowi zależy na maksymalizacji kilku kryteriów. Z ciekawszych prac poświęconych tym metodom należy wymienić pracę Gabriela i in. (2006); Cornera i in. (1993) czy Lina (1993).

Wobec wielości możliwych sposobów modelowania rzeczywistych sytuacji decyzyjnych oraz wielkiej liczby skomplikowanych algorytmów, pozwalających na uzyskanie rozwiązania optymalnego, oczywistym wydaje się fakt, że praktyk, specjalista od budżetowania napotyka na kłopoty związane z dokonaniem wyboru modelu i sposobu jego rozwiązania. Dlatego wydaje się, że nadal aktualny jest postulat wyrażony 50 lat temu w pracy Goviera i Choppena (1959), której autorzy we wnioskach piszą, że ze względu na wymogi współczesności w wielu problemach gospodarczych występuje konieczność stosowania zaawansowanych modeli badań operacyjnych, a to z kolei sugeruje, by w skład każdego zespołu odpowiedzialnego za opracowanie takiego optymalnego planu działania wchodził również *specjalista-matematyk*.

LITERATURA

- Aounii B., Kettani O., Goal programming: glorious history and a promising future. "European Journal of Operational Research", 133, 2001, p. 225-231.
- Beraldi P., Ruszczyński A., A branch and bound method for stochastic integer problems under probabilistic constraints. "Optimization Methods and Software", 17 (2002), p. 359-382.
- Bhattacharya U.K., A chance constraints goal programming model for the advertising planning problem. "European Journal of Operational Research", 192 (2009), p. 382-395.
- Charnes A., Cooper W.W., Chance-constrained programming. "Management Sciences", 6 (1959), p. 73-80.
- Charnes, A., Cooper W.W., Management Models and Industrial Applications of Linear Programming. Vol. 1-2, 1961, Wiley, New York.
- Corner J.L., Deckro R.F., Spahr R.W., Multiple-objective linear programming in capital budgeting. W: K.D. Lawrence, J.B. Guerard Jr., G.R. Reeves

- (Eds.), *Advances in Mathematical Programming and Financial Planning*. Vol. 3, JAI Press, Greenwich, Connecticut, 1993, p. 241-264.
- Gabriel S.A., Kumar S., Ordóñez J., Nasserian A., A multiobjective optimization model for project selection with probabilistic considerations. *"Socio-Economic Planning Sciences"*, 40 (2006), p. 297-313.
- Govier L.J., Choppen E.F., *Better Budgeting by Operational Research*. 5th World Petroleum Congress, 1959, New York, USA.
- Grzybowski A.Z., *Simulation Analysis Of Global Optimization Algorithms As Tools For Solving Chance Constrained Programming Problems*. W: Novitzka V., Hudak S. (eds.), *Proceedings of International Scientific Conference on Informatics*. Slovakia, 2011, p. 237-241.
- Ignizio J.P., An approach to the capital budgeting problem with multiple objectives. *"The Engineering Economist"*, 21 (4) (1976), p. 259-272.
- Kalu T.C.U., Capital budgeting under uncertainty: An extended goal programming approach. *"Int. J. Production Economics"*, 58 (1999), p. 235-251.
- Lin T.W., Multiple-criteria capital budgeting under risk. W: Lawrence K.D., Guerard J.B., Reeves G.R. (eds.), *Advances in Mathematical Programming and Financial Planning*. Vol. 3, JAI Press, Greenwich, Connecticut, 1993, p. 231-239.
- Mayer J., *Stochastic Linear Programming Algorithms*. Gordon and Breach, Amsterdam, 1998.
- Ruszczyński A., Shapiro A., *Stochastic Programming*. Handbooks in Operations Research and Management Science. Vol. 10. Elsevier, Amsterdam, 2003.
- Slodičák V., Some useful structures for categorical approach for program behavior. *"Journal of Information and Organizational Sciences"*, Vol. 35, No. 1, 2011, p. 99-109.
- Slodičák V., Novitzká V., Coalgebraic Approach for Program Behavior in Comonads over Toposes. *"Studia Universita Babeş-Bolyai"*, Informatica, 55, 2, 2010, p-p. 15-26.
- Steuer R. i Na P., Multiple criteria decision making combined with finance: A categorized bibliographic study. *"European Journal of Operational Research"*, 150, 2003, p. 496-515.
- Sen S., Hige J.L., An introductory tutorial on stochastic linear programming models. *"Interfaces"*, 29, 1999, p. 33-61.
- Sen S., *Stochastic programming: computational issues and challenges*. W: *Encyclopedia of Operations Research and Management Science*.

2nd edition, ed. S. Gass and C. Harris, Boston: Kluwer Academic Publishers, 2001, p. 821-827.

Spall J.C., Introduction To Stochastic Search And Optimization; Estimation, Simulation, And Control. A John Wiley & Sons. Inc., Publication, 2003.

Steuer R., Na P., Multiple criteria decision making combined with finance: A categorized bibliographic study. "European Journal of Operational Research", 150, 2003, p. 496-515.

Weise T., Global Optimization Algorithms - Theory and Application. W: <http://www.it-weise.de/projects/book.pdf>(stanz dnia:07.09.2011r.)

ERROR ESTIMATION IN COEFFICIENT DETERMINATION OF THE MATHEMATICAL MODEL

ESTYMACJA BŁĘDU W DETERMINACJI WSPÓŁCZYNNIKÓW MODELU MATEMATYCZNEGO

Jan Čapek*

Abstract

This contribution is focused on the determination of error of coefficients of the n^{th} order linear differential equation, which plays a role in the model of economic events by the methods of successive integration.

1. Introduction and related works

Mathematical modelling has become an indispensable tool for policy makers and researchers via computerized decision support systems as well as the means that allows for the expression of scientific knowledge, which may lead to new discoveries, and/or challenge old dogmas (Tedeschi, 2006, p. 226). The modelling process encompasses several steps and begins with a clear statement about the objectives of the model, assumptions about the model's boundaries, appropriateness of the available data, design of the model structure, evaluation of the simulations, and provisions for feedback for recommendations and redesign processes. Model testing is commonly used to prove the rightness of a model and the tests are typically presented as evidences to promote its acceptance and usability. We emphasize the use of all types of data, not only statistical tests on numeric data. (Sterman, 2002, p. 521). Problems with error and uncertainty in modelling versus phenomena are well described in the different scientific branches, for example in Oberkamf at al. (2002, p. 234-235), Marqínez at al. (2003, p. 2) or Gunhan at al. (2005, p. 1671).

2. Mathematical model

The mathematical model of economic events, which is supposed to be in the form of ordinary linear differential equation n^{th} order (1) (Čapek,

* Prof. Ing. Jan ČAPEK, CSc., University of Pardubice (Czech Republic).

2006, p. 31), is possible to use in - for example - describing car plant production:

$$(1) \quad a_n y^{(n)}(t) + \dots + a_2 y''(t) + a_1 y'(t) + a_0 y(t) = u(t)$$

We suppose that at the start of our investigation and upon completion of this done system i.e. in the time $t=0$ a $t=T$, the system will be in a state of equilibrium. From a mathematical point of view, the initial conditions will be the following. If we denote input into system as u and output as y , we obtained:

Input:

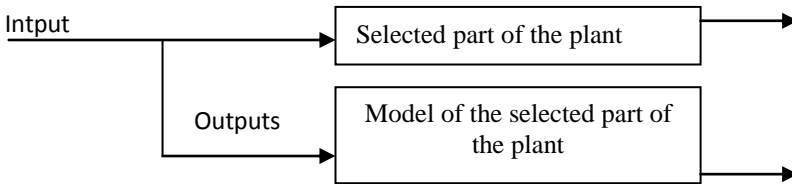
$$u(0)=u(T)=0, u'(0)=u''(0)= \dots u^{(n)}(0)=0$$

Output:

$$y(0)=y(T)=0, y'(0)=y''(0)= \dots =y^{(n)}(0)=0$$

The situation of the economic events is possible to describe by the following block diagram:

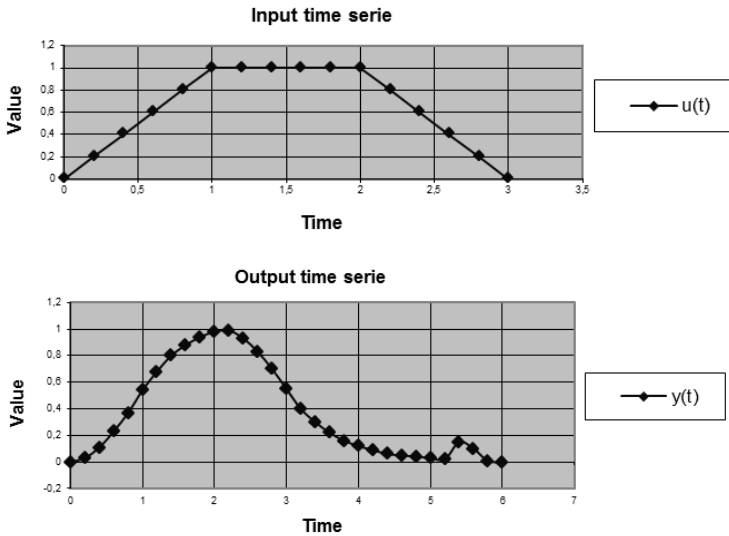
Figure 1: Block diagram of the model and/or modelled part of plant



Source: Čapek (2011).

The shape of the input and output time series is, for example, given in Fig.2. In the input time series, we can see the start of the production of the new model of cars, production, and finally, depression of the production of a given model of the cars. In the output series, we can see the same division, but for the sale of the given model of cars. So this dynamic model describes interaction production - sale of the given cars at a given time.

Figure 2: Input and output time series



Source: Čapek (2011).

The problem of determination of the coefficients $a_n \dots a_0$ in the concrete case is solved by the method of successive integration, for example (Kubík at all, 1982, p. 128), (Soukup, 1990, p 30), (Čapek, 2006 p. 32). This method is based on the successive integration of the differential equation (1). For the coefficients, in case of the differential equation of the first order, one can obtain following expressions:

$$(2) \quad a_0 = \frac{\int_0^T u(t) dt}{\int_0^T y(t) dt}, \quad a_1 = \frac{a_0 \int_0^T \int_0^T y(t) dt dt - \int_0^T \int_0^T u(t) dt dt}{\int_0^T y(t) dt}$$

The integrals in equations (2) are solved by numerical methods, and in the concrete case the trapezium method was chosen, which is simple and quite accurate (3).

$$(3) \quad \int_a^b f(x) dx = \frac{b-a}{2n} \left(f_0 + 2 \sum_{i=1}^{n-1} f_i + f_n \right) = \frac{\Delta T}{2} \left(f_0 + 2 \sum_{i=1}^{n-1} f_i + f_n \right)$$

The error of estimation coefficients a_0 , a_1 is divided into two parts. One is dependent on the numerical methods for the integral solving, the second one depends on the accuracy of the shape of the integrated function, in other words, on the accuracy of the input and/or output data of the processes. For the numerical method mentioned above, we can obtain for coeff. $a_0 = I_1/I_2$, for the first integral in numerator $I_1 = (\Delta T/2)(\Delta_{f_0} + 2\Delta_{f_1} + \dots + 2\Delta_{f_{n-1}} + \Delta_{f_n})$ and for the second integral in denominator $I_2 = (\Delta T/2)(\Delta_{e_0} + 2\Delta_{e_1} + \dots + 2\Delta_{e_{n-1}} + \Delta_{e_n})$. The uncertainty of the determination f and e is error dependent on the accuracy of the input/output data. So, for example for the coefficient a_0 and the maximal error Δ_{a_0} we obtain:

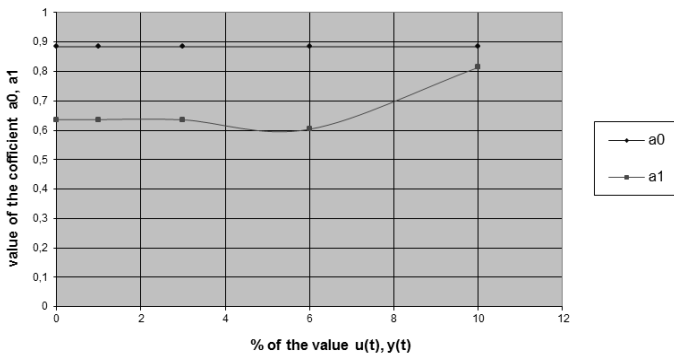
$$(4) \quad \Delta_{a_0} = (\Delta_{f_0} + 2\Delta_{f_1} + \dots + 2\Delta_{f_{n-1}} + \Delta_{f_n}) / (\Delta_{e_0} + 2\Delta_{e_1} + \dots + 2\Delta_{e_{n-1}} + \Delta_{e_n})$$

Of course for the coefficient a_1 , expression (4) will be more complicated.

3. Numerical experiments and results

For the numerical experiments were used two cases. One supposed both input and output data in the time series has additional errors represented 1, 3, 6 and 10 percent from the individual value of the individual sample of the given time series. The other case supposed input data to be without any error, and that the output data with error was represented the same manner as mentioned above. The solved model was represented by the linear differential equation of first order. The results are given in the following figures.

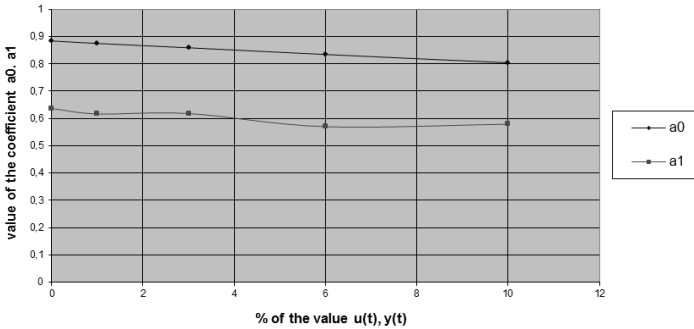
Figure 3: Variation of the coefficients a_0 , a_1 due to error of data in the input and output time series



Source: Čapek (2011).

The second case is described by the following figure.

Figure 4: Variation of the coefficients a_0 , a_1 due to error of data in the output time series



Source: Čapek (2011).

4. Summary

In the contribution, the errors from coefficients a_0 to a_1 were shown with a different percent of determination f and e . The results show that for determination of the coefficients in the mathematical model created by linear differential equation by method of successive integration it is very important to use accurate input/output data. From the figures 3 and 4, is possible make conclusions that the errors of the input and output data must be less than 3% of the value of individual sample for good value of the coefficients.

BIBLIOGRAPHY

- Čapek J., Modelling of economics and social events. University of Pardubice 2006, ISBN 80-7194-838-1 (Original in Czech).
- Gunhan T., Demir V., Hancigolu E., Hepbasli A., Mathematical modelling of drying of bay leaves. "Energy Conversation and Mangement", Vol. 46, Issue 11-12, July 2005, p. 1667-1679.
- Kubík S., Kotek Z., Strejc V., Štecha J., Theory of automated control I. SNTL Prague 1982 (Original in Czech).
- Marquínez J., Lastra J., García, P., Estimation models for precipitation in mountainous regions: the use of GIS and multivariate analysis. "Journal of Hydrology", Vol. 270, Issues 1-2, 10 January 2003, p. 1-11.

- Oberkampf W.L., DeLand S.M., Rutheford B.M., Diegert K.V., Alvin K.F.,
Error and uncertainty in modeling and simulation. "Reliability Engineering & System Safety", Vol. 75, Issue 3, March 2002, p. 333-357.
- Sterman J.D., All models are wrong: reflections on becoming a systems scientist. "System Dynamics Review", Vol. 18, Issue 4, Winter 2002, p. 501-531.
- Soukup J., System Identification. Prague SNTL 1990 (Original in Czech).
- Tedeschi O.L., Assessment of the adequacy of mathematical models. "Agricultural Systems", Vol. 89, Issues 2-3, September 2006, p. 225-247.

NIEPEWNOŚĆ I RYZYKO W DZIAŁALNOŚCI GOSPODARCZEJ

UNCERTAINTY AND RISK IN BUSINESS ACTIVITY

Ewa Dziel*

Abstract

There is a close relationship between uncertainty and risk. Uncertainty, unlike risk, concerns changes which are difficult to estimate or simply there is no possibility to estimate their likelihood to happen. However, risk is a situation when at least one of the elements creating it is unknown, but the probability of its occurrence is known. This probability can be either measurable or only perceptible by a decision-maker. The essence of uncertainty and risk is the same in the case of all areas in business activity of modern societies. On this account they should be considered as one of the enterprise determinants. It contributes to conducting numerous research, forming new theories and making attempts at applying them in practice.

1. Wstęp

We wszystkich dziedzinach działalności człowieka szczególną rolę odgrywają ryzyko i niepewność. Są one nieodłącznym elementem każdej decyzji (Szyszko, 2000, s. 28). Wynika to z faktu, iż zasadniczą cechą procesu podejmowania decyzji jest orientacja ku przyszłości, która ze swej natury jest niepewna (Marcinek, 1994, s. 83). Nie można w sposób pewny ustalić, jak ukształtują się poszczególne czynniki stanowiące podstawę obecnej decyzji (Marcinek, 1994, s. 83), bowiem brakuje pełnej wiedzy dotyczącej przyszłego kształtowania się sytuacji dla procesu decyzyjnego (Buschen, 1997, s. 189). Ponadto, podejmując jakąkolwiek decyzję, zawsze wiąże się ją z ryzykiem. Działanie w warunkach ryzyka jest nieodłącznym atrybutem każdej gospodarki. Obserwując rozwój człowieka i jego otoczenia, łatwo dostrzec, że ryzyko istniało zawsze i nie było. Nie ma działań człowieka, które nie byłyby związane z ryzykiem (Tarczyński, Mojsiewicz, 2001, s. 11; Maruszczyk, 2010, s. 104).

W praktyce, określenia ryzyko i niepewność występują dość często razem lub są nawet ze sobą utożsamiane, jednakże nie oznaczają one tego samego zjawiska. Po raz pierwszy różnicę pomiędzy tymi terminami określił

* dr Ewa DZIEL, Akademia Polonijna w Częstochowie.

w 1901 r. Willet twierdząc, że ryzyko jest obiektywnie współzależne od subiektywnej niepewności (Willet, 1951, s. 6).

2. Definicja, istota i rodzaje niepewności

Termin niepewność najczęściej definiuje się jako stan, w którym przyszłe możliwe alternatywy i szanse ich wystąpienia nie są znane (Głuchowski, Szambelańczyk, 1999, s. 35). Niepewność oznacza, że nie wiemy co może się zdarzyć lub nie znamy szans pojawienia się możliwych sytuacji (Czarny, 1998, s. 262). Nie dysponujemy danymi o kształtowaniu się części przesłanek decyzyjnych, a nawet nie uświadamiamy sobie istnienia niektórych czynników wpływających na sytuację decyzyjną (Czarny, 1998, s. 83). W literaturze niepewność określana jest także jako cecha związana zawsze z efektem zamierzonego działania i wyrażająca, w jakim stopniu ten efekt jest wątpliwy, a w jakim prawdopodobny (Czarny, 1998, s. 12). Na bazie rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej niepewność odnosi się do sytuacji o nieznanym rozkładzie prawdopodobieństwa przyszłych warunków gospodarowania. To możliwość powstania odchyień od zamierzonych efektów działania, przy czym odchylenia te nie mogą być przewidziane z żadnym określonym stopniem prawdopodobieństwa (Wierzińska, 1996, s. 12).

W obszarze niepewności istnieje wiele warstw, aspektów i elementów, które są ze sobą powiązane różnego rodzaju relacjami. Niektórzy autorzy traktują niepewność jako kategorię poznawczą o charakterze wielowymiarowym. Wielowarstwowa struktura kategorii niepewności wskazuje na trudności jednoznacznego i adekwatnego odwzorowania czynników niepewności w funkcjonowaniu i rozwoju przedsiębiorstwa. Podstawowe zależności zachodzące pomiędzy różnorodnymi czynnikami, kształtującymi niepewność, pozwala zidentyfikować ujęcie strukturalno-funkcjonalne tego zjawiska. Wówczas, najogólniej rzecz ujmując, niepewność jest generowana przez czynniki tkwiące wewnątrz przedsiębiorstwa oraz przez czynniki zewnętrzne.

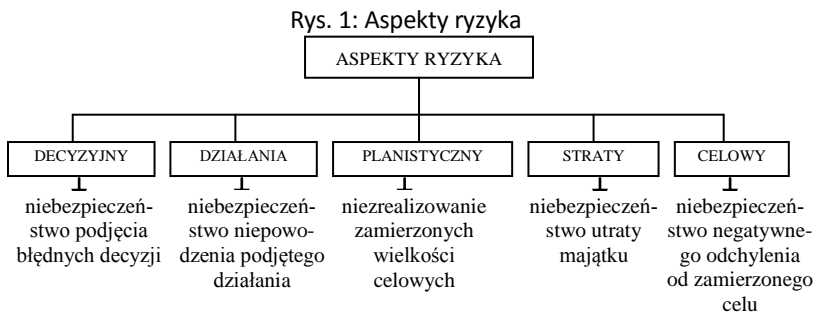
Wewnętrzna niepewność systemu „przedsiębiorstwo” obejmuje: niepewność podmiotową (wynikającą z ograniczonej przewidywalności i wieloznaczności zachowań ludzi w otoczeniu przedsiębiorstwa, w jego podsystemie regulacyjnym oraz podsystemie realnym), przedmiotową (związaną z zawodnością procesów realnych) oraz strukturalną (wynikającą z wzajemnych relacji między elementami systemu „przedsiębiorstwo”).

Niepewność zewnętrzna dotyczy otoczenia jako generatora zaburzeń w funkcjonowaniu i rozwoju przedsiębiorstwa. Przyjmuje się ją za najistotniejszą cechę opisującą otoczenie i zakłada się, że jest ona pochodną dynamiki, kompleksowości oraz intensywności konkurencji panującej w otoczeniu (Jędralska, 1992, s. 5).

Niepewność występuje wtedy, gdy podejmujący decyzję wie, że wszystkie dopuszczalne zdarzenia i wyniki są możliwe, ale nie jest możliwe określenie prawdopodobieństwa wystąpienia zdarzenia losowego. Niepewność jest niepoliczalna (niemierzalna), tzn. brak jest statystycznych parametrów dla oszacowania możliwości powstania zdarzenia losowego. Dotyczy to głównie zdarzeń pojedynczych, nietypowych (Szyszko, 2000, s. 29).

3. Znaczenie i istota ryzyka

Dokładne określenie terminu ryzyko jest bardzo trudne. Wynika to głównie z faktu, iż ryzyko jest kombinacją wielu zmieniających się nieustannie czynników. Zarówno teoretycy, jak i praktycy nie podają jednolitej, wyczerpującej definicji tego terminu. Ponadto, szerokie rozpowszechnienie ryzyka w różnych dyscyplinach naukowych, w polityce i w języku potocznym sprawia, że pojęcie to jest różnie definiowane i posiada wiele aspektów (por. rys. 1). Najczęściej rozumie się przez nie zagrożenie nieosiągnięcia zamierzonych celów (Jaworski, 2000, s. 307; Rogowski, Grzywacz, 1999). W najszerszym ujęciu ryzyko można zdefiniować jako możliwość zmniejszenia bądź zwiększenia rynkowej wartości kapitału własnego podmiotu gospodarczego w określonym momencie w przyszłości w wyniku niekorzystnych bądź korzystnych zmian czynników wewnętrznych lub zewnętrznych (Marciniak, 2001, s. 104).



Źródło: Rogowski, Grzywacz (1999).

Pojęcie ryzyka kojarzy się z regułą z zagrożeniem podjętej decyzji lub prowadzonej działalności. W większości jest ono utożsamiane z negatywną stroną każdego przedsiębiorstwa, której należy unikać bądź też ograniczać do minimum. Nie jest to jednak istota ryzyka, ponieważ wystąpienie tego zjawiska nie przesądza z góry skutków podjętych działań. Istota ryzyka tkwi w alternatywie: sukces lub niepowodzenie, zysk lub strata, nagroda lub kara (Świdorski, 1998, s. 92).

Z punktu widzenia efektów można wyróżnić dwa podejścia do ryzyka: negatywne i pozytywne. W pierwszym ryzyko jest możliwością poniesienia straty, co akcentuje negatywne jego skutki i należy traktować je jako zagrożenie. Natomiast w drugim podejściu ryzyko jest możliwością wystąpienia efektu działania niezgodnego z oczekiwaniami. Zatem ryzyko w pewnych sytuacjach jest szansą, a w pewnych zagrożeniem (Jajuga, 1996, s. 99). Należy jednak pamiętać, że ryzyko prowadzi do sukcesu wówczas, gdy jest podejmowane z całą świadomością niepewności, gdy opiera się nie tylko na doświadczeniu, ale przede wszystkim na wszechstronnych analizach szans i zagrożeń. Dlatego też wczesna identyfikacja jego źródeł może doprowadzić do zmniejszenia jego poziomu (Zagórska, 1994, s. 181).

Rozważania na temat istoty ryzyka w naukowej literaturze ekonomicznej sprowadzają się do dwóch głównych nurtów: formalnego i materialnego (Borys, 1996, s. 12).

Nurt pierwszy proponuje przyczynowe ujęcie ryzyka, które nawiązuje do możliwości przyporządkowania pojawieniu się pewnych zdarzeń rozkładu prawdopodobieństwa. Ryzyko następuje wówczas, gdy wynik danego działania lub decyzji może być określony za pomocą jednego z trzech rodzajów prawdopodobieństwa: matematycznego, statystycznego i szacunkowego. Gdy dla określenia wyniku danego działania lub decyzji nie można natomiast użyć żadnego rodzaju prawdopodobieństwa, mamy do czynienia z niepewnością (Knight, 1993, s. 19-20).

W przeciwieństwie do przedstawionego ujęcia, nurt materialny, związany z teorią podejmowania decyzji, zawiera niepewną możliwość wystąpienia określonych zdarzeń z oczekiwanymi wynikami (Rogowski, Grzywacz, 1999). Nurt ten eksponuje w działaniu skutki ryzyka i ujmuje ryzyko jako możliwość negatywnego chybienia celu, ale również związaną z tym szansę jako możliwość pozytywnego chybienia celu. Innymi słowy, pojęcie ryzyka interpretowane jest na podstawie wyobrażenia o tym, co ma nastąpić. W celu rozróżnienia sytuacji określającej możliwość chybienia celu od sytuacji określającej możliwość negatywnego chybienia celu stosuje się niekiedy

terminy: ryzyka spekulatywnego (*spekulatives Risiko*) i ryzyka czystego (*reines Risiko*), (Schulte, 1994, s. 27).

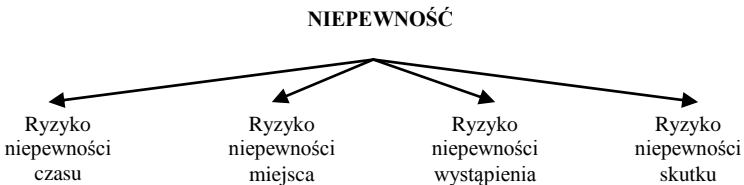
Zarządzanie ryzykiem powinno przebiegać z uwzględnieniem szacowania ryzyka i niepewności (wykonywane przez komórki audytu wewnętrznego), obejmując identyfikację zagrożeń i ocenę niepewności, ustalenie czynników ryzyka, sklasyfikowanie czynników ryzyka, wybór kryteriów i metody szacowania ryzyka, przeprowadzenie analizy poszczególnych ryzyk, ocenę i ustalenie ryzyka, sformułowanie wniosków (Filipiak, 2010, s. 161).

4. Zależność pomiędzy ryzykiem a niepewnością

Przedstawione powyżej nurty nie są jednak względem siebie całkowicie rozbieżne. Łączy je element niepewności, co do przyszłości. Dlatego w szerokim ujęciu ryzyko jest traktowane jako: niebezpieczeństwo błędnych rozstrzygnięć (decyzji), niebezpieczeństwo niepowodzenia działania, niebezpieczeństwo negatywnego odchylenia od celu (Schmoll, 1993, s. 34; Starnawski, 2010, s. 202).

Biorąc pod uwagę kryterium niepewności (por. rys. 2), można wyróżnić cztery jego rodzaje: ryzyko niepewności, co do wystąpienia, skutku, czasu i miejsca. Należy przyjąć, że ryzyko dotyczy niepewności rezultatów, jakie można zrealizować w zależności od wymienionych czynników.

Rys. 2: Klasyfikacja ryzyka według kryterium niepewności



Źródło: Dziawgo (1998, s. 16).

Analizując literaturę przedmiotu można spotkać się z enumeracją większej liczby podstawowych nurtów. Obok ww. nurtów można wyróżnić także cztery inne grupy definicji ryzyka w działalności podmiotów gospodujących.

Pierwsza grupa definicji rozpatruje ryzyko w kategoriach decyzji podejmowanych dla realizacji określonych celów (Jackowicz, 1999, s. 32). Wówczas ryzyko oznacza niebezpieczeństwo poniesienia starty lub szerzej,

jako niebezpieczeństwo niezrealizowania celu przyjętego przy podejmowaniu decyzji. To niepewność związana z przyszłymi wydarzeniami lub wynikami decyzji (Sierpińska, Jachna, 1993, s. 232).

Drugą grupę definicji stanowią określenia podkreślające informacyjny charakter przyczyn powstawania ryzyka. Ryzyko jest to wynikające z posiadania niepełnej informacji zagrożenie nieosiągnięcia w aktualnych warunkach zamierzonego zysku. Oznacza ono, że na skutek niepełnej informacji są podejmowane decyzje, które nie są optymalne z punktu widzenia przyjętego celu (Kreim, 1988, s. 45). Ryzyko jawi się, więc jako efekt niedoskonałości człowieka, który nie potrafi poznać i zrozumieć świata, w którym żyje i który częściowo jest wytworem jego świadomej lub nieświadomej działalności (Gruszka, Zawadzka, 1992, s. 10).

Nurt trzeci uściśla podstawowe przejawy ryzyka w działalności podmiotów gospodarczych. Ryzyko zostaje tutaj zawężone tylko do kwestii niepewności, co do wielkości przyszłego dochodu (Rogowski, Grzywacz, 1999).

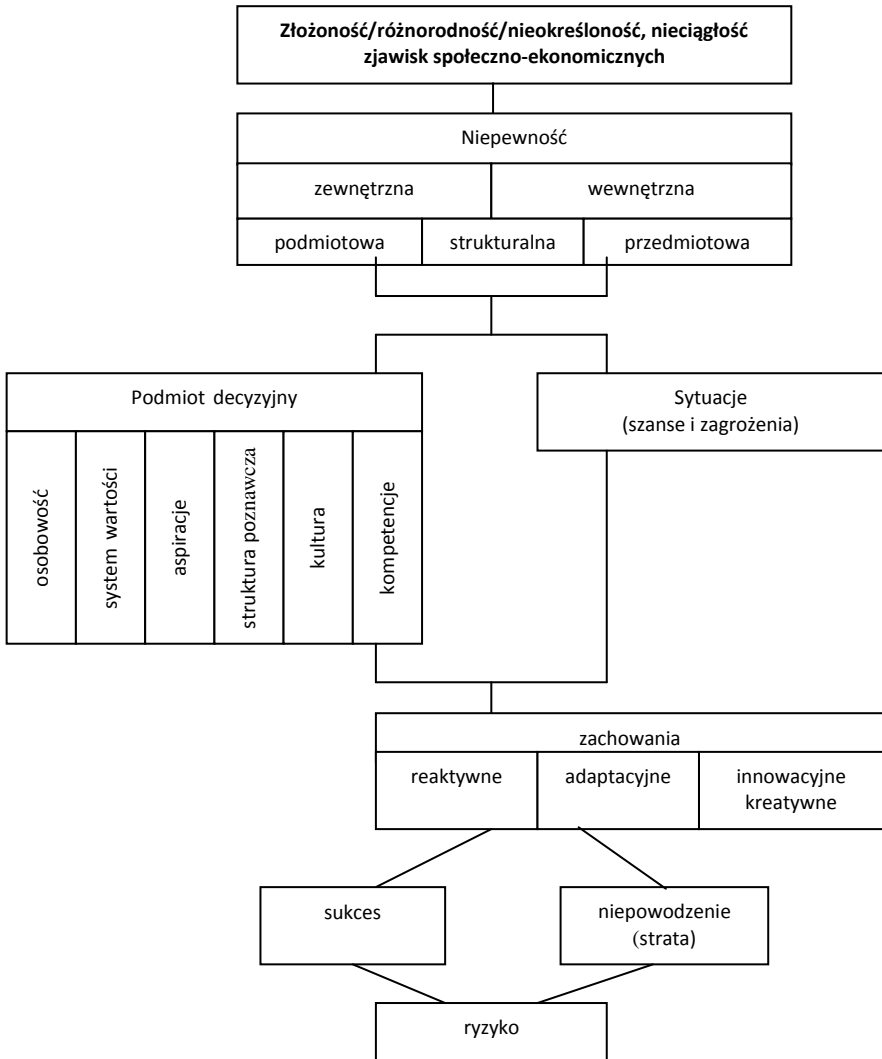
Ostatnia czwarta grupa utożsamia ryzyko z jego statystycznymi miarami. Przedstawiciele tego nurtu twierdzą, że ryzyko to zmienność - odchylenie standardowe - strumieni pieniężnych netto generowanych przez dany podmiot gospodarujący (Rogowski, Grzywacz, 1999, s. 32).

Liczne dyskusje nad definicjami ryzyka doprowadziły do czterech wniosków dotyczących jego natury, a mianowicie (Jajuga, 1996, s. 99):

- ryzyko nie jest czymś jednorodnym, a zarazem nie jest możliwe podanie jednej uniwersalnej i jednoznacznej definicji tego pojęcia;
- ryzyko występuje w dwóch aspektach: obiektywnym i subiektywnym;
- ryzyko może być badane w różnych kontekstach np. jako niebezpieczeństwo, hazard, niepewność, prawdopodobieństwo;
- ryzyko jest czymś zmiennym i stadialnym, czyli jest raczej procesem niż stanem otoczenia.

Złożoność zagadnień ryzyka i niepewności w działalności gospodarczej znajduje swoje odzwierciedlenie przy określaniu relacji między tymi pojęciami (por. rys. 3).

Rys. 3: Ryzyko i niepewność - zależności



Źródło: Jędralska (1992, s. 55).

Między niepewnością i ryzykiem istnieje ścisły związek. Kategorie te dotyczą bowiem chronologicznie i alternatywnie następujących po sobie faz

tego samego procesu decyzyjnego (Jędralska, 1992, s. 54). Ryzyko jest funkcją niepewności, przy czym ma ona charakter zależności prostej: im większy zakres niepewności, tym większe ryzyko i odwrotnie - w miarę zmniejszania się czynników nieokreślonych i niepewnych maleje również ryzyko (Arrow, 1979, s. 19).

Niepewność - w odróżnieniu od ryzyka - dotyczy zmian, które są trudne do oszacowania lub wręcz nie ma możliwości oszacowania prawdopodobieństwa ich zajścia (Szyszko, 2000, s. 29). Natomiast ryzyko to sytuacja, gdy co najmniej jeden z elementów składających się na nią nie jest znany, ale znane jest prawdopodobieństwo jego wystąpienia. Prawdopodobieństwo to może być albo wymierne, albo tylko odczuwalne przez decydenta (Dobbnis, Frąckowiak, Witt, 1992, s. 18).

5. Podsumowanie

Istota niepewności i ryzyka jest taka sama w przypadku wszystkich obszarów działalności gospodarczej współczesnych społeczeństw. Zmienność i złożoność otoczenia powodują, że obecnie ryzyko można uznać za powszechne zjawisko towarzyszące prawie każdej działalności. Nie powinno się go rozważać tylko w kategoriach zagrożenia, ponieważ często stwarza okazje inspirujące ludzkie działania. Z tego względu należy je rozpatrywać jako jeden z determinantów przedsiębiorczości. Przyczynia się ono do prowadzenia licznych badań, tworzenia nowych teorii oraz podejmowania prób ich zastosowania w praktyce. Jako źródło postępu i aktywizacji, ryzyko uznaje się za użyteczne zjawisko. Będzie ono jednak takim tylko wtedy, gdy daje się opanować, czyli poddaje się kontroli i sterowaniu. Tylko w takim przypadku podejmowanie ryzyka będzie efektywne (Jaworski, Krzyżkiewicz, Kosiński, 1994, s. 11-12).

LITERATURA

- Arrow J., Eseje z teorii ryzyka. PWN, Warszawa 1979.
Borys G., Zarządzanie ryzykiem kredytowym w banku. PWN, Warszawa, Wrocław 1996.
Buschen H.E., Przedsiębiorstwo bankowe. Poltex, Warszawa 1997.
Czarny B., Podstawy ekonomii. PWE, Warszawa 1998.
Dobbnis R., Frąckowiak W., Witt S.F., Praktyczne zarządzanie kapitałami firmy. Poznań 1992.

- Gruszka B., Zawadzka Z., Ryzyko w działalności bankowej. PWN, Warszawa 1992.
- Dziawgo D., Credit - rating. PWN, Warszawa 1998.
- Filipiak B., Polityka i strategia samorządowego długu publicznego jako instrument zarządzania ryzykiem w jednostkach samorządu terytorialnego. W: Urbaniec M. (red.), Finanse publiczne: uwarunkowania i współczesne trendy rozwoju społeczno-gospodarczego. Wydawnictwo „Educator”, Częstochowa 2010, s. 159-173
- Głuchowski J., Szambelańczyk J., Bankowość. Wyd. Wyższej Szkoły Bankowej, Poznań 1999.
- Jackowicz K., Zarządzanie ryzykiem stopy procentowej-metoda duracji. PWN, Warszawa 1999.
- Jajuga K., Zarządzanie ryzykiem bankowym - czy rewolucja końca XX wieku. W: Stacharska-Targosz J. (red.), Ryzyko w działalności banków komercyjnych. Poznań 1996.
- Jaworski W.L., Współczesny bank. Poltex, Warszawa 2000.
- Jaworski W.L., Krzyżkiewicz Z., Kosiński B., Banki, operacje polityka. Poltex, Warszawa 1994.
- Jędralska K., Zachowania przedsiębiorstw w sytuacjach niepewnych i ryzykownych. AE w Katowicach, Katowice 1992.
- Knight F.H., Risk. Uncertainty and Profit. London 1993.
- Kreim E., Zukunftstorientierte Kreditentscheidung. Wiesbaden 1988.
- Marcinek K., Wybrane zagadnienia ryzyka i niepewności w działalności inwestycyjnej przedsiębiorstw. W: Henzel H. (red.), Inwestycje przedsiębiorstw w warunkach gospodarki rynkowej. AE w Katowicach, Katowice 1994.
- Marciniak Z., Zarządzanie wartością i ryzykiem przy wykorzystaniu instrumentów pochodnych. Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa 2001.
- Maruszczyk A., Kryzysy gospodarcze w dobie globalizacji. W: Urbaniec M. (red.), Finanse publiczne: uwarunkowania i współczesne trendy rozwoju społeczno-gospodarczego. Wydawnictwo „Educator”, Częstochowa 2010, s. 92-106.
- Rogowski W., Grzywacz J., Ryzyko kredytowe - pojęcie oraz klasyfikacje. „Bank i Kredyt”, 1999, nr 10.
- Schmoll A., Risikomanagement im Kreditgesellschaft. Wien 1993.
- Schulte M., Integration der Betriebskosten in das Risikomanagement von Kreditinstituten. Band 18, Wiesbaden 1994.
- Sierpińska M., Jachna T., Ocena przedsiębiorstwa według standardów światowych. PWN, Warszawa 1993.

- Starnawski W., Ryzyko w aspekcie moralnym i wychowawczym. „Periodyk Naukowy Akademii Polonijnej”, nr 2010 1(4), s. 201-218.
- Szysko L. (red.), Finanse przedsiębiorstwa, praca zbiorowa. PWE, Warszawa 2000.
- Świderski J., Finanse banku komercyjnego. Biblioteka Bankowca I Menedżera, Warszawa 1998.
- Tarczyński W., Mojsiewicz, M., Zarządzanie ryzykiem. Podstawowe zagadnienia. PWE, Warszawa 2001.
- Wierzińska M., Ryzyko w gospodarce rynkowej. Wyd. Uniwersytetu M. Curie-Skłodowskiej, Lublin 1996.
- Willet A.H., The Economic Theory. University of Pennsylvania Press. Philadelphia 1951.
- Zagórska E., Problem ryzyka i możliwości jego ograniczeń w działalności inwestycyjnej. W: Henzel H. (red.), Inwestycje przedsiębiorstw w warunkach gospodarki rynkowej. AE w Katowice 1994.

METODY ZARZĄDZANIA PŁYNNOŚCIĄ FUNDUSZY VENTURE CAPITAL

METHODS OF MANAGING THE LIQUIDITY OF VENTURE CAPITAL FUNDS

Piotr Zasepa*

Abstract

Investment in venture capital have proved to be risky. Its long time frame of the investment and lack of liquidity make this type of investment very sensitive to market turbulence. It is shown in this paper how to model venture capital cash flow and what influence funds liquidity. We examine main types of funds and their response to J-curve and its modelling throughout life time of the funds. It is shown how to achieve high total return for overall investment programme.

1. Wstęp

Inwestycje typu *venture capital* (VC) charakteryzują się ponadprzeciętnym ryzykiem, ogromną elastycznością, możliwym wieloetapowym schematem inwestycji oraz złożonym procesem inwestycyjnym. Fundusze VC są ważnym źródłem finansowania projektów w fazie zasiewów (*seed*) oraz startu (*start up*). Wycena takiego przedsięwzięcia jest bardzo problematyczna i brak jest dokładnych opracowań dotyczących określenia wartości takiej spółki. Tradycyjne podejście nakazuje analizę i projekcję przyszłych przepływów pieniężnych i ich dyskontowanie w celu określenia bieżącej wartości netto przy zastosowaniu odpowiednich technik, wykorzystujących różne schematy modelowania. Dlatego bardzo ważnym aspektem jest odpowiednie modelowanie potrzeb płynności funduszy VC.

2. Źródła ryzyka inwestycji w funduszach *private equity* oraz *venture capital*

Inwestycje VC szczególnie w przedsiębiorstwa w początkowych fazach rozwoju, oferujących innowacyjne produkty czy usługi, charakteryzują się wysokim ryzykiem oraz niepewnością co do przebiegu rozwoju i możliwości

* dr Piotr ZASĘPA, Akademia im. Jana Długosza w Częstochowie.

komercjalizacji projektu. Poziom ryzyka ponoszonego przez fundusze dobrze opisuje ogromna dyspersja osiągniętych stóp zwrotu. Inwestycje VC mają niskie prawdopodobieństwo wysokiej wypłaty, co związane jest z nieoczekiwanymi zmianami rynkowymi, osobą przedsiębiorcy, ryzykiem operacyjnym, płynności, prawnym oraz wieloma innymi rodzajami ryzyka, specyficznych dla funduszy VC. Dla określenia zmienności stóp zwrotu fundusze posługują się kilkoma wskaźnikami, np. mnożniki charakteryzujące wyniki VC (DPI, RVPI oraz TVPI - wskazujące stosunki wypłaconych zysków oraz wartości aktywów netto funduszu w stosunku do zainwestowanego kapitału). Najpopularniejszym miernikiem jest wewnętrzna stopa zwrotu (IRR - *internal rate of return*).

Dane *National Venture Capital Assosiation* potwierdzają dużą dyspersję i zmienność stóp zwrotu funduszy. Badania przeprowadzane przez *Cambrige Assosiates LCC* na próbie 1.286 funduszy wskazują, iż mediana osiągniętej IRR kształtowała się na poziomie od -11% w 2009 r. do 42,92% dla funduszy utworzonych w 1995 r. Ze względu na średnio- i długoterminowy charakter inwestycji nie należy przyjmować za miarodajne stopy zwrotu funduszy młodszych niż 3-5 lat.

Obecnie negatywnym zjawiskiem jest to, iż mediana osiągniętych IRR dla funduszy utworzonych po 1999 r. kształtuje się na ujemnym poziomie. Dla wskazanych lat (1995 oraz 2009) górny kwartył stóp zwrotu kształtował się odpowiednio na poziomie 81,44% oraz -3,21%. 25% funduszy plasujących się w dolnym kwartylu osiągnęły dużo niższe stopy zwrotu - odpowiednio 17,49% i -21,54%. Dla wskazanego okresu odchylenie standardowe stóp zwrotu kształtowało się na poziomach 59,82% oraz 22,79%. Najwyższe odchylenie standardowe stóp zwrotu z portfeli funduszy VC działających w USA zanotowano dla tych utworzonych w 1997 r., i kształtowało się ono na poziomie 100,79%. Było to spowodowane dużą ilością bankructw oraz sukcesów przedsiębiorstw, funkcjonujących w branży internetowej, w którą fundusze angażowały się pod koniec XX w. Wg danych Preqin, maksymalne stopy zwrotu osiągnęły fundusze VC utworzone w 1995 r.; to aż 447% podczas, gdy dla tego roku minimalna stopa zwrotu wyniosła -19,9% IRR. Dla danych z 1995 r. górny kwartył kształtował się na poziomie 77,6%, a dolny na poziomie 8,9% IRR. Po analizie tych danych można stwierdzić, iż ryzyko i dyspersja stóp zwrotu, charakteryzująca ten typ inwestycji, są bardzo wysokie. Można również porównać te wyniki ze zwrotami funduszy inwestujących na rynku publicznym. W długim okresie fundusze VC osiągają wyższe stopy zwrotu niż indeksy rynków publicznych, ale ryzyko ich osiągnięcia jest bardzo wysokie. Analiza danych porównująca zwrot indeksu

U.S. Venture Capital Index ze zwrotami osiąganymi przez główne indeksy amerykańskich giełd na przestrzeni ostatnich 25 lat wskazuje na stałą przewagę funduszy VC.

Tabela 1 ilustruje porównanie stopy zwrotu osiąganego przez amerykański indeks funduszy VC (skalkulowany na podstawie stóp zwrotu 1.290 amerykańskich funduszy utworzonych od 1981 do 2010 r.) ze stopami zwrotu z inwestycji w indeksy rynku publicznego, takie jak: *Standard and Poors 500*, *Nasdaq Composite* czy *Dow Jones Industrial Average*. Należy wskazać, iż jest to średnia stopa zwrotu dla wszystkich funduszy, ważona aktywami, co oznacza, iż najlepiej zarządzane fundusze operujące dużymi aktywami zawiązują średnią stopę zwrotu, osiąganą przez wszystkie raportujące fundusze VC. Mediana dla funduszy utworzonych po 1999 r. kształtuje się na ujemnych poziomach i nie jest wyższa od stóp zwrotu osiąganym przez rynki publiczne. Oznacza to, że ponad 50% funduszy traci powierzone im w zarząd kapitały na przestrzeni ostatnich 10 lat. Z drugiej jednak strony górny kwartył stóp zwrotu osiąganym przez fundusze VC kształtuje się znacznie powyżej wyników osiąganym z inwestycji publicznych i indeksów giełdowych. Szczególnie dobrze widoczne jest to dla tenorów powyżej 10 lat.

Tab. 1: Zestawienie stóp zwrotu na dzień 30 września 2010 r. dla indeksów US Venture Capital Index, SP500, Nasdaq Composite oraz DJIA

Index	1	3	5	10	15	20	25
US Venture Capital Index	8,2	-2,06	4,25	-4,64	36,9	25,61	18,74
Górny kwartyl IRR USA VC	2	6,1	4,2	5,5	89,7	27,3	bd
Dolny kwartyl IRR USA VC	-12,6	-13,5	-4,6	-6,9	3,4	6,3	bd
DJIA	14,12	-5,38	3,12	2,52	7,9	10,28	11,66
Nasdaq	11,6	-4,29	1,94	-4,29	5,62	10,12	8,91
SP 500	10,16	-7,16	0,64	-0,43	6,45	9,05	10,17

Źródło: Official performance benchmark of NVCA, Cambridge Associates LCC 2011, Perqin Private equity performance analyst - market benchmark statistics.

Dla inwestorów bardzo ważny jest wybór funduszu i jego zarządzających, tak by móc osiągnąć stopy zwrotu plasujące się w górnych kwartylach. Wszystko zależy od talentów i umiejętności zarządzających portfelami funduszu. Są one dużo ważniejsze niż zarządzających na rynkach publicznych, gdzie dyspersja stóp zwrotu nie jest tak zauważalna. Dłuższy okres badania

niweluje nieco rozrzut stóp zwrotu, ale nadal wybór funduszu jest istotny. Rysunek 1 wskazuje na bardzo istotną decyzję, co do wyboru inwestycji w określony fundusz w długim horyzoncie czasowym. Stopy zwrotu osiągnięte przez fundusze VC oraz PE mogą różnić się znacznie, a co za tym idzie - zwrot kapitałów przekazywany inwestorom.

3. Zarządzanie płynnością funduszy VC

Inwestorzy *venture capital* oczekują wyższych stóp zwrotu od tych osiąganych z inwestycji na rynku publicznym z powodu wyższego ryzyka, niższej płynności oraz dłuższego terminu inwestycji. W przeciwieństwie do rynków publicznych, inwestycje prywatne początkowo mają w większości negatywne stopy zwrotu i akumulują negatywne przepływy pieniężne przez relatywnie dłuższy okres czasu. Wysoki stopień niepewności, dotyczącej przepływów pieniężnych, dowodzi trudności w inwestycjach w zakresie wysoce wymagających funduszy *venture capital*. Modelowanie przepływów pieniężnych jest bardzo ważną częścią procesu zarządzania funduszem. Zarządzanie płynnością funduszu nie odnosi się jedynie do zarządzania typowym zarządzaniem skarbu w instytucjach finansowych. Zarządzanie aktywami i reinwestycja środków z dezinwestycji jest bardzo ważną kwestią w drodze do osiągnięcia wysokich stóp zwrotu. Podczas cyklu inwestycyjnego menedżerowie funduszu powinni utrzymywać zaangażowanie inwestorów na stabilnym poziomie oraz kontrolować wypłaty przekazywane zleceniodawcom. Należy utrzymywać pewną elastyczność między kontaktami zarządzających i inwestorów funduszu. Pokrywanie regularnych zobowiązań wobec inwestorów wymaga dodatkowych buforów w celu skompensowania płynności w długim okresie czasu. Problem płynności funduszy w czasach kryzysu nabiera jeszcze większego znaczenia. Niechęć inwestorów do angażowania się w fundusze *venture capital* oraz atrakcyjne wyceny spółek, które skłaniają menedżerów do inwestycji, jest jednym z ważniejszych aspektów zarządzania płynnością funduszu, ze względu na niedopasowanie przepływów kapitałowych. Horyzont inwestycyjny funduszu to często okres 5-8 lat, w którym menedżerowie pozyskują środki od inwestorów i dokonują identyfikacji celów inwestycyjnych, przeprowadzając następnie zaangażowanie kapitałowe w spółki portfelowe, które rozwijają przez kolejne kilka lat. Następnie fundusz powinien aktywnie poszukiwać nabywcy spółki i po dokonaniu dezinwestycji dokonać redystrybucji środków do inwestorów.

Zarządzanie programem zarządzania płynnością funduszu *venture capital* wymaga aplikacji wielu zmiennych, takich jak współzależności między strategiami inwestycyjnymi, zarządzania powierzonymi i wolnymi środkami, dostępnymi aktywami czy czasu. Dlatego uzyskanie wysokich stóp zwrotu wymaga rozsądnego programu inwestycyjnego. Jest to bardzo skomplikowane zadanie, wymagające od zarządzających nie tylko stosowania skomplikowanych modeli matematycznych czy wiedzy inżynierskiej, ale również wysokiej zdolności oceny otaczającego spółkę środowiska oraz samodyscypliny w realizowaniu założonych zadań. Tak, jak w przypadku modelowania cen aktywów publicznych, tak i w przypadku *venture capital* modelowanie przepływów pieniężnych stawia wiele wyzwań. Głównymi problemami, z jakimi spotykają się zarządzający, są brak odpowiednich danych rynkowych oraz niepełny rynek aktywów inwestycji prywatnych, jakich dokonują fundusze *venture capital*. Te dwa czynniki ograniczające wskazują na nieefektywność rynku funduszy, który jednak wpływa na to, dlaczego *venture capital* jako klasa aktywów jest bardziej efektywna niż rynki publiczne. W procesie modelowania przepływów pieniężnych istotne są następujące czynniki:

- koordynacja czasowa przepływów pieniężnych wyrażająca się w określeniu horyzontu inwestycyjnego, momentu dystrybucji środków do inwestorów;
- koordynacja czasowa wyników funduszu: w jaki sposób i do jakiego poziomu zarządzający notują straty oraz zyski z przeprowadzonych inwestycji oraz jak wysokie są wypłaty kierowane do inwestorów;
- sytuacja rynkowa związana z funkcjonowaniem rynku *venture capital*, jego rozwojem i wpływem na portfel badanego funduszu (Diller, Herger, 2010, s. 26).

Bardzo dobrym odwzorowaniem kształtowania się przepływów pieniężnych i jego profilu jest tzw. krzywa *J*, która ilustruje tendencje funduszy *venture capital* do generowania negatywnych przepływów w początkowej fazie inwestycji przechodząc do pozytywnych przepływów w dalszych fazach cyklu życia funduszu w miarę jak portfel spółek staje się dojrzały i fundusze dokonują dezinwestycji. Portfel funduszy *venture capital* ma podobny przebieg do krzywej *J*, jednak krzywa ta jest bardziej wypłaszczone, gdyż w przypadku mniej ryzykownego portfela otrzymanie pozytywnej stopy zwrotu zabiera dłuższy okres czasu.

Uważa się, że krzywa zwrotu z zainwestowanego kapitału, w zależności od czasu funkcjonowania funduszu, przyjmuje kształt litery *J*, czyli w początkowej fazie życia funduszu stopa zwrotu IRR jest ujemna, aby w kolejnej fazie rozpocząć silny wzrost. Wycena wartości funduszu, jako wartość księgową netto (*NAV*), na wczesnym etapie jego istnienia spada poniżej wielkości kapitału wyłożonego przez inwestorów funduszu. Istnieje wiele przyczyn powstawania efektu krzywej *J*. Do dwóch głównych zalicza się:

- koszty organizacyjne i opłaty za zarządzanie;
- konserwatyzm wyceny.

Opłaty za zarządzanie są liczone i pobierane w proporcji do całej wielkości funduszu, a udział otrzymywanego i zainwestowanego kapitału w stosunku do całej wartości funduszu jest początkowo niewielki. Koszty te obciążają wyniki funduszu i zmniejszają aktywa netto w pierwszym okresie jego funkcjonowania. Efekt ten jest mniejszy, gdy inwestorzy wpłacają od razu cały kapitał do funduszu. Wolne środki są wówczas inwestowane, a zyski z inwestycji zwiększają aktywa netto funduszu, zmniejszając lub niwelując tym samym efekt krzywej *J*. Na koszty utworzenia funduszu składają się: opłaty prawne, koszty plasowania emisji przez podmioty zewnętrzne oraz wiele innych kosztów charakteryzujących rynki, na których działa fundusz.

Często efekt nieudanej inwestycji jest widoczny wcześniej niż efekt dobrej inwestycji. Podmioty inwestujące w fundusze *venture capital* powinny pamiętać, że księgowa wartość funduszu uwzględnia odpisy z tytułu nieudanych inwestycji, a może nie odzwierciedlać faktycznego wzrostu wartości dokonanych inwestycji. Efekt krzywej *J* będzie zależał od szybkości rozpoczęcia procesu wyjścia z inwestycji. Im szybciej do tego dochodzi, tym mniejszy będzie efekt krzywej *J* w początkowej fazie istnienia funduszu. Każdy z inwestorów *venture capital* oczekuje zwrotów z inwestycji wyższych od tych, uzyskiwanych na rynku publicznym jako premii za brak płynności, długoterminowy charakter inwestycji oraz zwiększone ryzyko. W celu określenia wyników funduszy używa się wskaźnika IRR oraz współczynnika *DPI* (*distributions to paid-in*). Wraz z upływem czasu i dojrzewaniem portfela inwestycji wskaźnik stopy IRR oraz *DPI* będą wzrastać i stanowić podstawowe kryterium oceny zwrotu z inwestycji w dany fundusz (Biała Księga, 2007, s. 20).

4. Kształt krzywej *J* osiągnany przez różne typy funduszy *private equity*

Długość krzywej oraz jej głębokość zależy od wielu czynników i są one różne dla poszczególnych funduszy. Po pierwsze, na jej kształt wpływa poziom opłat za zarządzanie, który jest szczególnie istotny w początkowej fazie funkcjonowania funduszu. W sytuacji, gdy opłata za zarządzanie jest pobierana od wpłaconych zadeklarowanych kapitałów, a inwestorzy uzupełniają środki stopniowo przy pełnym braku wypłat, stosunek opłaty w stosunku do wartości kapitałów jest najwyższy. Kolejny powód to dokonane inwestycje funduszu i przyrost ich wartości w czasie. Nie wszystkie spółki są efektywne już w pierwszych fazach swojego funkcjonowania, a nieodzownym czynnikiem inwestycji *venture capital* jest strata na dokonanych inwestycjach. Trzecim czynnikiem wpływającym na kształt krzywej *J* jest podejście zarządzających do konieczności likwidacji dokonanej inwestycji. Jedni dokonują tego zaraz w momencie wystąpienia poważnych problemów, inni dopiero w momencie, w którym są zmuszeni tego dokonać. Najważniejszym czynnikiem wpływającym na kształt krzywej *J* jest moment dokonania inwestycji oraz dezinwestycji przez zarządzających. Im szybciej menedżerowie dokonują inwestycji pozyskanego kapitału, tym krzywa jest bardziej stroma. Im więcej czasu funduszowi zabiera generowanie pozytywnych przepływów, tym kształt krzywej jest głębszy.

Z drugiej strony istnieją metody zarządzania ryzykiem, kształtowania krzywej *J*. Inwestorzy mogą efektywnie zarządzać opłatami za zarządzanie i odpowiednio kształtować ich poziom w stosunku do wpłaconych kapitałów. Ma to jednak ograniczony wpływ, gdyż większość funduszy pracuje na wystandaryzowanych poziomach opłat za zarządzanie. Np. kryzys lat 2007-2010 mógł wprowadzić pewne zmiany, jednak ich poziom nie ma dużej zmienności. Zarządzający może dokonać pewnej manipulacji przyszłymi zyskami i próbować wypłacić je w początkowej fazie życia funduszu. Fundusze używają także rynku wtórnego wykupu jako narzędzia manipulacji kształtem krzywej *J*, w szczególności jeśli inwestycja jest dokonywana z dyskontem w stosunku do NAV. Istnieje wiele modeli do kształtowania i przewidywania przepływów pieniężnych funduszy *venture capital* oraz poziomu wartości NAV. Zauważa się dwie przyczyny powodujące zarazem trudność w ocenie NAV i przepływu pieniężnego, jak i osiąganie wyższych stóp zwrotu przez fundusze: brak publicznych danych oraz poziom płynności tej klasy aktywów. Istnieją dalsze czynniki, które powinny być wzięte pod uwagę przy modelowaniu krzywej *J*:

- okresy przepływów pieniężnych - jak długo będzie trwała inwestycja, kiedy nastąpi dystrybucja środków, jak będzie kształtował się przepływ pieniężny netto;
- okres raportowania stóp zwrotu funduszu - w jaki sposób zarządzający raportują wartość NAV;
- stan rynku - w jaki sposób rozwija się cały rynek *venture capital*, co wpływa na portfel funduszu *venture capital*.

Najprostszą metodą projekcji jest zastosowanie benchmarków publicznych, takich jak np. indeksy, lub benchmarków prywatnych, takich jak np. Sandhill Idex, opisujących zachowanie się szerokiego rynku. Mogą być one stosowane do szacowania zachowania się rynku w przyszłości. Wadą indeksów jest to, iż nie dostarczają one informacji na temat efektywności poszczególnych funduszy oraz kształtowania się ich przepływów pieniężnych. Kolejnym podejściem może być stosowanie funkcji statystycznych lub ekonometrycznych do szacowania kształtowania się przepływów pieniężnych w określonych przedziałach czasowych, ich efektywności, wypłat, wpłat czy wartości NAV, które posiłkują się danymi historycznymi do ich szacowania. Ich ograniczenia są mało dostępne, dlatego trzeba posługiwać się wartościami przeciętnymi. Proste użycie funkcji nie wskaże nam pełnych wahań i zmienności, jaka towarzyszy inwestycjom *venture capital*. Bazując na danych historycznych można użyć symulacji Monte Carlo do przewidzenia kształtowania się przepływów pieniężnych określonego portfela (Müller, Urbaniec, 2002). Dla każdej symulacji są analizowane dane w sposób losowy. Rezultat takiej symulacji może być statystycznie oceniany. Zaletą takiego zastosowania jest dość szczegółowa prognoza co do kształtowania się przepływów pieniężnych w określonym czasie. Model implikuje, iż dane historyczne będą przekładały się na zachowanie się funduszu w przyszłości, co jest błędnym stwierdzeniem. Należy zastosować takie metody, które mogą wyeliminować te ograniczenia za pomocą stochastycznych metod symulacji, np. modele typu GARCH. Dla każdej symulacji jest wyznaczana stochastyczna ścieżka kształtowania się poziomu indeksu i skalowane są dystrybucje portfela funduszu *venture capital* oraz dostosowywany jest poziom NAV. Ten dodatkowy czynnik stochastyczny eliminuje w części ułomność posługiwania się danymi historycznymi. Dodatkowo stochastyczne metody wymagają wprowadzenia parametrów, odzwierciedlających obecną sytuację na rynku oraz inne ekonomiczne projekcje. Christian Diller przy współpracy z funduszem *Capital Dynamics* opracował model, który przewiduje na podstawie symulacji Monte Carlo przepływy pieniężne oraz

wartość portfela na koniec procesu inwestycyjnego. Symulacja wykorzystuje jako dane wspomniane dane historyczne oraz losowo wybrane poziomy stóp zwrotu portfeli *venture capital* oraz losowo przypisuje możliwości kształtowania się cyklu makroekonomicznego. Model dostarcza nie tylko wartość mediany, ale również dzieli otrzymane wyniki na percentyle. Dzięki temu można symulować możliwość osiągnięcia określonego poziomu przepływów pieniężnych oraz wartości NAV z podziałem na 25 i 75 percentyl oraz 95 i 99 percentyl. Wyniki empiryczne, jakie osiągnięto dzięki tej metodzie, wskazują, iż fundusze *private equity* inwestujące po raz pierwszy potrzebują ok. 5,5 roku do osiągnięcia najwyższej wartości NAV. Dodatkowo wykresy otrzymane dzięki tej metodzie można zastosować do szacowania, kiedy krzywa J osiągnie minimalny poziom, co oznacza, że inwestycje i koszty są najwyższe w stosunku do dokonanych wpłat inwestorów w danym okresie. Tego typu wykresy mogą być używane również do analizy przepływów pieniężnych funduszy dokonujących powtórnych wykupów (*secondary investments*). Warto zaznaczyć w tym miejscu, że symulacje Monte Carlo mogą być również z powodzeniem stosowane do wnikliwej analizy różnorodnych charakterystyk ryzyka związanego z podejmowanymi decyzjami (Grzybowski, 2011).

Inwestorzy pierwotnych funduszy *venture capital* dostarczają zadeklarowane środki pieniężne do funduszu w momencie, kiedy jest to konieczne i są do tego wzywani. Następnie zarządzający dokonują inwestycji najczęściej w okresie 2-5 lat. NAV funduszu powinno rosnać systematycznie i inwestycje funduszu powinny zostać zrealizowane w okresie od 4-7 lat. Po tym okresie fundusz powinien dystrybuować pozyskane środki z powrotem do inwestorów. Inaczej przedstawia się sytuacja w przypadku wtórnych funduszy *venture capital*, które dokonują inwestycji w istniejące już fundusze, kupując je od pierwotnych inwestorów, którzy chcą dokonać wyjścia z inwestycji. Transakcja ta jest negocjowana przez strony i nabywca nie przejmuje żadnych zobowiązań sprzedającego. Dzięki takiej transakcji inwestorzy nabywają istniejącą inwestycję z określonym NAV, wyjście z inwestycji zazwyczaj jest szybsze niż w przypadku pierwotnych inwestorów. Dodatkowo taka inwestycja zwiększa przyszłe przepływy pieniężne dla inwestorów oraz zmniejsza ich dalsze zobowiązania względem funduszu, gdyż portfel spółek jest stosunkowo dojrzały.

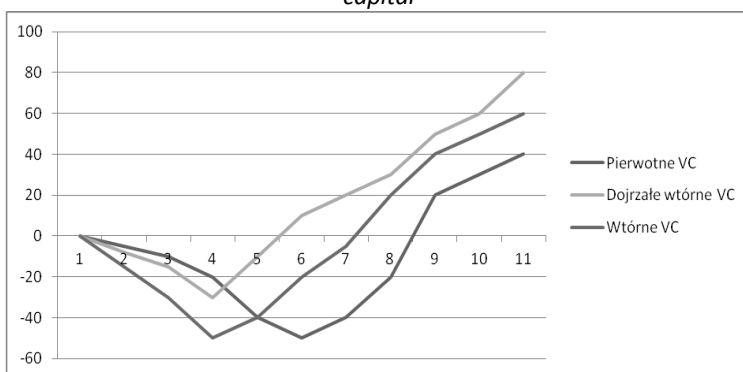
Inwestycja we wtórne fundusze może wnieść wartość dodaną zarówno dla obecnych, jak i nowych inwestorów funduszu nie tylko ze względu na osiągnięte wyniki, ale również ze względu na kształtowanie się przyszłych

przepływów pieniężnych. Często takie portfele są skoncentrowane ze względu na rok powstania, pozycję geograficzną oraz typ funduszu.

Dywersyfikacja jest często narzędziem redukcji ryzyka i dzięki takiej inwestycji można podnieść oczekiwaną stopę zwrotu portfela. Dla inwestorów nie posiadających ekspozycji na rynku funduszy *venture capital* fundusze wtórne dają możliwość zwiększenia dywersyfikacji swojego portfela, jednak mają oni ograniczone możliwości wyboru. Wszystko zależy od możliwości znalezienia i dostępności odpowiednich wtórnych funduszy *venture capital*, które mają różne okresy utworzenia, dywersyfikację geograficzną i branżową.

W przypadku zakupu wtórnego portfela funduszu *venture capital* należy zwrócić uwagę na poziom jego rozwoju oraz fazę, w jakiej się znajduje. Dzieje się tak, gdyż dojrzałość portfela wpływa na kształtowanie się jego przepływów pieniężnych oraz wartość NAV. Wypłaty z takiego funduszu są oczekiwane znacznie szybciej niż z mniej dojrzałych inwestycji. Należy pamiętać, że w przypadku przewidywania przepływów pieniężnych oraz wartości portfela powinno się uwzględniać zarówno informacje ilościowe, jak i jakościowe. Zastosowanie wyszukanych metod szacowania przepływów pieniężnych oraz modelowanie wartości NAV jest bardzo istotnym i ważnym narzędziem w zarządzaniu ryzykiem inwestycyjnym.

Rys. 1: Kształt krzywej *J* dla poszczególnych rodzajów funduszy *venture capital*



Źródło: Opracowanie własne.

Należy przedstawić typy funduszy klasyfikowanych w grupie *private equity*, z reguły z nieco odmienną charakterystyką efektu krzywej *J*. Efekt krzywej *J* jest skorelowany z ryzykiem, a co za tym idzie - z potencjalnymi

zyskami osiągniętymi z inwestycji w dane fundusze (im większy efekt krzywej J , tym wyższe ryzyko i potencjalne zyski inwestorów).

1. Efekt krzywej J dla funduszy *venture capital* może być różny. Można było zaobserwować w przeszłości sytuację, w której krzywa J rosła liniowo dla tego typu funduszy. Było to związane ze wzrostem wartości spółek technologicznych dzięki emisjom publicznym IPO lub przeszacowaniem wartości spółek portfelowych przy kolejnych emisjach realizowanych po coraz wyższej wycenie. Był to jednak specyficzny okres i należy stwierdzić, iż obecnie te fundusze charakteryzuje tradycyjna krzywa J lub omawiany później efekt krzywej W .
2. Fundusze typu *private equity* nabywają spółki w fazie rozwoju, często z dużym dyskontem od innych funduszy, dużych korporacji lub instytucji finansowych. Dla tego typu inwestycji krzywa J przybiera wygładzony kształt, którego przyczyną jest szybkie wydawanie środków inwestorów i szybki zwrot zainwestowanych środków.
3. W przypadku funduszy *mezzanine* ze względu na ich dłużny charakter krzywa J jest znacznie bardziej spłaszczona w porównaniu z tradycyjnym funduszem *venture capital*. W przypadku tej formy finansowania stopa zwrotu IRR w początkowej fazie życia spada w sposób łagodniejszy, niż to sugeruje kształt krzywej J . Taka sytuacja zachodzi dlatego, iż dług może być obsługiwany od początku realizacji inwestycji (w formie odsetek), a długość krzywej J jest ściśle określona ze względu na umowny charakter pożyczki i ustalony z góry termin dezinvestycji. Ze względu na wspomniany dłużny charakter inwestycji stopa IRR jest zazwyczaj niższa niż dla inwestycji *venture capital*.
4. Fundusze funduszy (*funds of funds*) to alternatywny sposób zmniejszenia ryzyka inwestycyjnego dla kapitałodawców, co prowadzi do wypłaszczenia krzywej J . Jest to zdywersyfikowany wehikuł inwestycyjny coraz bardziej powszechny wśród inwestorów. Istotą funduszu funduszy jest akwizycja kapitałów od indywidualnych inwestorów i ich dalsze inwestowanie w dużą liczbę portfeli funduszy *private equity* lub *venture capital*. Dzięki takiej dywersyfikacji portfela udaje się zmniejszyć ryzyko związane z inwestycjami pojedynczego funduszu, jak i cyklami koniunkturalnymi, rynkami kapitałowymi czy sektorami przemysłowymi. Efektem dywersyfikacji jest niższa stopa zwrotu z inwestycji.

Efekt krzywej J to normalne zjawisko charakteryzujące branżę *venture capital* oraz *private equity*. Powstanie funduszu, wyselekcjonowanie spółek i przeprowadzenie inwestycji obciążają aktywa funduszu w początkowej

fazie jego życia, zanim pojawią się zyski. Presja na minimalizowanie efektu krzywej *J* może prowadzić do niepożądanych konsekwencji dla inwestorów funduszu w postaci (Biała Księga, 2007, s. 22):

- manipulacji wycenami spółek portfelowych poprzez opóźnianie tworzenia rezerw lub odpisywanie złych inwestycji w straty;
- manipulacji sposobami dokonywania wycen i prezentowania rezultatów w bardziej korzystnym świetle;
- lokowania dodatkowych środków kapitałodawców w złe inwestycje celem uniknięcia odpisania strat;
- realizacji inwestycji oferujących szybszy zwrot zainwestowanych środków finansowych i bieżące przepływy finansowe zamiast lokowania środków w bardziej zyskowne inwestycje długoterminowe;
- przyspieszanie momentu dezinwestycji poprzez przedwczesne oferty publiczne lub sprzedaż udziałów inwestorom strategicznym, co często koliduje z możliwością uzyskania wzrostu wartości portfela w dłuższym okresie.

Wydarzenia, mające miejsce w czasie kryzysu w latach 2007-2009, spowodowały spadek stóp zwrotu osiągniętych przez fundusze *venture capital* oraz *private equity*. Było to związane z niską wyceną aktywów, utratą pozytywnych wyników, jakie zostały osiągnięte we wcześniejszych latach oraz dużej ilości odpisów i likwidacji spółek. Mimo to dane z końca 2009 r. wprowadzają ponownie inwestorów w lepszy nastrój i wykazują pozytywne efekty inwestycji. Dlatego można mówić, iż efekt krzywej *J* został zastąpiony efektem krzywej *W*.

5. Negatywny wpływ krzywej *J*

W sytuacji, kiedy udziały spółek są wyceniane godziwie, wzrost wartości NAV funduszu będzie naśladował krzywą *J*. Taka sytuacja ma miejsce z dwóch powodów: po pierwsze wzrost wartości przedsiębiorstwa wymaga czasu oraz opłaty za zarządzanie, uiszczane zarządzającym, nie mają odzwierciedlenia w wartości portfela i ich wpływ na wartość NAV jest ujemny. Po drugie, krzywa *J* to rezultat niekompletności modelu wyceny, który przywiązany jest do inwestycji już przeprowadzonych. Bardzo ważnym rzeczowym komponentem funduszu VC są niewniesione środki, nierzeczowym - wartość i umiejętności zarządzających, które nie są wyceniane. Ocena tych komponentów wymaga wysokiej i zaawansowanej analizy.

Taki problem występuje w przypadku niedojrzałych funduszy VC. Decyzja o tym, czy fundusz jest funduszem młodym nie może zostać podjęta na podstawie liczby lat funkcjonowania funduszu. Fundusz uważany jest za niedojrzały w momencie nieposiadania lub posiadania nieznacznej liczby spółek portfelowych, których dojrzałość wymaga pozostawiania ich w portfelu funduszu przez kilka kolejnych lat. Dodatkowo można wskazać na duży udział funduszy, które nie zostały wniesione, a są zadeklarowane przez inwestorów funduszu. Z drugiej strony, fundusz będzie uznawany, jako dojrzały kiedy jest w posiadaniu znacznej liczby spółek portfelowych, których wycena jest stosunkowo wysoka do zainwestowanych kwot i kwota niewniesionego kapitału jest niewielka w stosunku do wartości NAV. Przy wycenie funduszu konieczne jest odzwierciedlenie jego ekonomicznej wartości. Jeżeli inwestycja w spółkę rozwija się prawidłowo dla funduszu, nie powinna ona generować strat. Bazowanie na wycenie wartości NAV, a nie na ekonomicznych wartościach i związanych z nią wycenie, może powodować jedynie problem w długim okresie czasu. Podejście do wyceny spółek i wartości NAV, które jest poprawne, nie powinno do końca odpowiadać klasycznej krzywej *J*. Międzyokresowe wyceny mogą jednak przyjmować losowe wartości, ale w miarę upływu czasu i zbliżania się funduszu do fazy dojrzałości błąd wyceny powinien być minimalizowany.

6. Źródła płynności funduszu *venture capital*

Zarządzanie płynnością wymaga od menedżerów funduszu dbania o zapewnienie jej na dwóch płaszczyznach: operacyjnej i strategicznej. Na poziomie operacyjnym wiąże się to z zarządzaniem skarbowym, pokryciem codziennych kosztów operacyjnych związanych z bieżącym funkcjonowaniem funduszu. Takie zarządzanie nie jest specyficzne z punktu widzenia funduszu. Bardziej skomplikowane jest natomiast strategiczne zarządzanie płynnością funduszu. Wiąże się ono z jej utrzymaniem w długim horyzoncie czasowym i wymaga przewidywania nieoczekiwanych i potencjalnych zdarzeń mogących wpływać na jej poziom. Ma ona wpływ na osiągniętą rentowność z przeprowadzonych inwestycji. Przypadkowa natura inwestycji *venture capital* i związanych z nimi przepływów pieniężnych prowadzić może do utrzymywania znacznych pozycji w płynnych instrumentach finansowych, w celu zapewnienia płynności w nieoczekiwanych sytuacjach będących okazjami inwestycyjnymi lub sytuacjami prowadzącymi do zagrożenia funkcjonowania funduszu czy spółek portfelowych. Zobowiązania wobec funduszu najczęściej są dostarczane w postaci środków pieniężnych.

Bywają także wnoszone warunkowo w postaci aktywów łatwych do upłynienia lub zaciągnięcia kredytu pod ich zastaw. Terminy zapadalności i struktura terminowa zobowiązań funduszu powinna być powiązana ze strukturą i terminami wyjścia z inwestycji. W takiej sytuacji fundusz musi posiadać stabilne i zdywersyfikowane źródła finansowania. Do najważniejszych źródeł powodujących wzrost lub zaburzenie płynności należą:

- wpłaty inwestorów (*follow-on funding*) - inwestor dostarcza kolejne rundy finansowania dla funduszu. Jeżeli niedobory w funduszach przekraczają poziomy, do których zobowiązany jest inwestor, możliwa jest renegocjacja programu inwestycyjnego lub znalezienie innego inwestora;
- otwarte linie kredytowe - w przypadku funduszy *venture capital* rzadko stosowany instrument; redukuje on ryzyko niemożności pozyskania środków od inwestora w danym okresie. Jest to instrument stosowany w dużej mierze przez fundusze *private equity*. Linia kredytowa powinna być stworzona w taki sposób, aby odpowiadała na potrzeby związane z odpowiednimi wielkościami potrzeb finansowych i okresem ich wystąpienia;
- realizacja inwestycji - realizacja pozycji przez fundusz *venture capital*; dla ograniczenia strat spowodowanych fluktuacjami rynkowych wycen fundusz powinien mieć plan na zakwalifikowanie takiej inwestycji w poczet rezerw w oczekiwaniu na wyższą wycenę;
- sprzedaż części akcji funduszu - fundusze *venture capital* są inwestycjami niepłynnymi i wcześniejsza sprzedaż posiadanych udziałów jest zabroniona w umowie inwestycyjnej; realizacja takiej operacji jest trudna, ale w sytuacji zagrożenia upadłością takie źródło pozyskania funduszy jest możliwe;
- dystrybucja środków do inwestorów - inwestycja w fundusz *venture capital* wymaga długoterminowego zaangażowania środków, a dystrybucja ich z powrotem do inwestora jest kwotowo oraz terminowo niepewna; fundusze często pozyskują środki z inwestycji w trakcie życia funduszu, dlatego muszą planować ich reinwestycję w taki sposób, aby dopasować przyszłe dystrybucje środków do wstępnych wymagań inwestorów;
- niewypłacalność inwestora funduszu - w przypadku, gdy kilku inwestorów nie może jednocześnie spełnić swoich obowiązków dostarczenia kapitałów, może wystąpić problem braku płynności funduszu; oczywiście istnieje wiele zapisów w umowach inwestycyjnych, mówią-

cych o wszelkich karach związanych z taką sytuacją; wtedy jedynym wyjściem jest podjęcie działań prawnych, mających na celu wyegzekwowanie należnych zobowiązań.

7. Podsumowanie

Zarządzanie płynnością funduszy typu *venture capital* jest bardzo trudnym i odpowiedzialnym zadaniem, stojącym przed menedżerami funduszy. Jej odpowiednie modelowanie jest niezbędne w celu osiągnięcia najwyższych stóp zwrotu z zainwestowanego kapitału oraz zwrotu w określonym czasie powierzonych kapitałów. Menedżerowie funduszy powinni mieć na uwadze szeroki kontekst tego problemu i nie ograniczać się wyłącznie do zarządzania pozyskanym kapitałem. Szczególnie należy zwrócić uwagę na wysoki poziom dywersyfikacji inwestycji VC i poziomy wyceny portfela inwestycji dokonanych w określonych latach funkcjonowania funduszu.

LITERATURA

- Biała Księga, Polskie Stowarzyszenie Inwestorów Kapitałowych, Warszawa 2007.
- Diller Ch., Heger I., Risk management in private equity, liquidity risk management. PEI media, Londyn 2010.
- Grzybowski A.Z., Monte Carlo analysis of risk measures for blackjack type optimal stopping problems. „Engineering Letters”, Vol. 19 Issue 3, p. 147-154.
- Müller D.; Urbaniec M., Metoda opcji realnych jako instrument controllingu inwestycyjnego przedstawiona na przykładzie proekologicznej inwestycji. „Controlling i rachunkowość zarządcza”, nr 10/2002, s. I-XV

IT W POLSKIM SYSTEMIE BANKOWYM

IT IN THE POLISH BANKING SYSTEM.

Piotr Smejda*

Abstract

The article describes the evolution of the banking system in Poland over the last twenty years, in particular the role of information technology in these changes. The author indicates important events in the Polish banking which played the substantial role in forming of current model of the banking in Poland.

1. Wstęp

W 2000 r. system bankowy w Polsce, po 10. latach od początku transformacji, był w zasadzie ukształtowany. Działały wtedy 73 banki komercyjne i prawie 700 banków spółdzielczych. Na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie notowano akcje 13 banków. Ok. 70% banków było w rękach kapitału zagranicznego. Pierwsze dziesięciolecie dwudziestego pierwszego wieku również charakteryzowało się istotnymi zdarzeniami w sektorze bankowym, aczkolwiek nie były one tak gwałtowne, jak w poprzednim dziesięcioleciu. Należy oczywiście odnotować zmiany w ustawie Prawo bankowe z 2004 r. Było to spowodowane harmonizacją przepisów z prawodawstwem z Unii Europejskiej. Z punktu widzenia dostępności usług bankowych, a tym samym również z punktu widzenia rozwoju technologicznego banków, bardzo istotne było wprowadzenie do sektora bankowego usług zewnętrznych, tzw. *outsourcingu*. Oznaczało to, że sprzedażą usług bankowych mogły się zajmować podmioty niezwiązane z bankami. Oczywiście pod nadzorem banków. Korzyści takiego rozwiązania to przede wszystkim większa dostępność usług (a tym samym poszerzenie rynku), obniżka kosztów dla samych banków oraz przyspieszenie rozwoju technologicznego. Ten ostatni element związany jest głównie z rozwojem technologii teleinformatycznych. Każda agencja świadcząca usługi bankowe musiała być połączona szybkimi i niezawodnymi sieciami teleinformatycznymi oraz mieć dostęp do bankowych baz danych. To było impulsem do większych inwestycji w nowoczesne technologie. W 2007 r. znowelizowano w Polsce pra-

* dr Piotr SMEJDA, Akademia Polonijna w Częstochowie, Fundacja Aurea Libertas w Łodzi.

wo bankowe. Zmiany dotyczyły głównie zwiększenia bezpieczeństwa w bankowości poprzez podniesienie wymogów kapitałowych.

Patrząc retrospektywnie na ewolucję polskiego systemu bankowego w pierwszej dekadzie okresu transformacji można wyodrębnić kilka celów, do których dążono w tamtym czasie. Są one następujące:

1. zwiększyć konkurencję na rynku;
2. podnieść poziom bezpieczeństwa gromadzonych wkładów w bankach, a tym samym poziom zaufania do nich;
3. zwiększyć kapitały sektora bankowego tak, aby banki mogły intensywniej uczestniczyć w przekształceniach gospodarczych;
4. pośrednio ze zwiększaniem konkurencji wiąże się również element przekształceń własnościowych w sektorze;
5. dążyć do unowocześnienia technologicznego sektora bankowego.

2. Bankowość elektroniczna

Obecnie można mówić, że w Polsce mamy do czynienia z bankowością elektroniczną w pełnym tego słowa znaczeniu. Istnieje wiele równoważnych definicji bankowości elektronicznej. Ogólnie można powiedzieć, że polega ona na wykorzystaniu systemów informatycznych i telekomunikacyjnych oraz stowarzyszonych z nimi urządzeń do usprawnienia i przyspieszenia obiegu pieniądza bezgotówkowego (elektronicznego) w tradycyjnych i nowoczesnych systemach rozliczeń międzybankowych oraz w relacjach między klientem i bankiem. Docelowo dąży się, aby wyeliminować obieg gotówkowy na rzecz wyłącznie tradycyjnego. Należy dodać, że bankowość elektroniczna dotyczy również elektronicznych kanałów dostępu do wszelkich usług bankowych, nie tylko związanych z formami płatności. Fundamentalne znaczenie w rozwoju bankowości elektronicznej w ostatnich 20. latach miało upowszechnienie Internetu.

Na początku lat 90. polski sektor bankowy był bardzo opóźniony praktycznie w każdej dziedzinie. Jednak najbardziej widoczne było to w dziedzinie nowoczesnych technologii w bankowości. Związane było to głównie z tym, że po przełomie w roku 1989 polski sektor bankowy był mało konkurencyjny (powstało kilka banków wydzielonych z głównego jedyne go banku państwowego) i był dramatycznie niedokapitalizowany. Nie było pieniędzy, aby unowocześniać i dostosowywać istniejące systemy informatyczne (które na owe czasy były bardzo rachityczne) do wymogów nowoczesnej bankowości. Można powiedzieć, że był to etap INTEGRACJI istniejących systemów informatycznych. Zarządy banków postanowiły zaimplementować do

tradycyjnych systemów obsługi klienta systemy zintegrowane tzw. ERP. Sposób działania tych systemów opierał się na zasadzie pracy w oparciu o wspólną bazę danych. Utworzona została ze wspólnych danych finansowych w całym banku. Umożliwiało to obsługę klientów danego banku niezależnie od umiejscowienia oddziału banku. Miało to bardzo istotne znaczenie w kontekście przekształceń własnościowych w sektorze bankowym. Występowało wtedy wiele fuzji, przejęć czy konsolidacji w tym sektorze. Tego typu systemy pozwalały na w miarę bezpieczne i bezproblemowe zmiany w całym systemie. Banki zdały sobie sprawę, że inwestycje w informatykę pozwalają na uzyskanie przewagi konkurencyjnej na rynku. Coraz większe znaczenie miała odgrywać również jakość kontaktów banku z klientem indywidualnym.

W pierwszej połowie lat 90. wraz z inwestycjami zagranicznymi w bankowości powstawały pierwsze próby wykorzystania bankowości elektronicznej (Kredyt Bank, BRE Bank). Stopień zaawansowania technologicznego na tym etapie nie był zbyt duży. Polegało to głównie na tym, że klient łączył się przez modem z bankiem i mógł pracować w trybie off-line, a następnie łączył się z bankiem na czas transmisji i przysyłał informację. Powstał wtedy termin „home-banking” (klient indywidualny) oraz „office-banking” (klient firmowy). Zakres usług świadczonych w tej formie był prosty. Dotyczył podstawowych operacji bankowych, dostarczania informacji itp.

W Polsce etap coraz bardziej zaawansowanego kontaktu klientów z bankiem poprzez łącza teleinformatyczne rozpoczął Powszechny Bank Gospodarczy w Łodzi, który w październiku 1998 r. otworzył Oddział Elektroniczny. Później PBG S.A. został wchłonięty przez Pekao S.A. i stworzono Centrum Bankowości Elektronicznej Telepekao 24. Było to przełomowe wydarzenie w polskiej bankowości, ponieważ zapoczątkowało bardzo dynamiczną ekspansję banków w unowocześnienie kontaktów z klientem. Obecnie usługa ta umożliwia m.in.: dostęp do informacji o saldach i historii rachunków, zakładanie lokat terminowych, składanie dyspozycji przelewów na rachunki w innych bankach, kontakt ze specjalistami bankowymi za pomocą e-maila. W kolejnych latach następne banki dołączyły do grona instytucji oferujących usługi przez Internet. Były to: Fortis Bank (styczeń 2000 r.), Lukas Bank (marzec 2000 r.), mBank (listopad 2000 r.), PKO BP (grudzień 2000 r.), Bank Śląski (marzec 2001 r.), Citibank, VW Bank Direct (kwiecień 2001 r.), Inteligo (maj 2001 r.). Spośród wymienionych banków największe znaczenie miało uruchomienie mBanku, który stał się detalicznym „ramieniem” korporacyjnego BRE Banku. Było to ważne, ponieważ

mBank był reklamowany jako całkowicie nowa instytucja bankowa, która prowadziła działalność wyłącznie zdalnie przez Internet.

Wszystkie operacje bankowe (przelewy, salda, zakładanie lokat) były wykonywane przez klientów tylko w Internecie. Do mBanku nie można było udać się fizycznie, tak jak do każdego innego banku. Nie posiadał on żadnych placówek. Model biznesowy mBanku istotnie różnił się od podobnych inicjatyw w tym sektorze. Głównie dlatego, że pozostałe banki rozwijały działalność zdalną niejako obok podstawowej działalności. W innych bankach można było oprócz dokonania operacji przez Internet, również udać się do placówki banku i dokonać tych samych operacji u pracowników tego banku. Filozofia działania mBanku wyrzuciła do góry nogami sposób myślenia o wykonywaniu przez klientów operacji przez klientów. Okazało się, że na rynku może istnieć bank „wirtualny” wyłącznie w sieci Internet. W dodatku, mBank odniósł wielki sukces rynkowy. Dynamika pozyskiwania zarówno nowych klientów, jak i depozytów zaskoczyła rynek. W krótkim czasie mBank pozyskał setki tysięcy nowych kont i miliardy złotych depozytów. Jednym z elementów tego sukcesu była oferta znacznie atrakcyjniejszych produktów bankowych w postaci wysokooprocentowanych depozytów, darmowego prowadzenia konta i innych. mBank wchodził na rynek z tymi produktami pod hasłem niskich kosztów prowadzenia działalności. Niewątpliwie przyczyniło się to również do bardzo dynamicznego rozwoju tego banku. Po 10. latach działalności mBank nadal jest konkurencyjny cenowo w stosunku do innych banków. Równocześnie bardzo unowocześnił swoją ofertę. W tabeli poniżej można zobaczyć popularność usług bankowych w Internecie wykorzystywanych przez użytkowników Internetu.

Tab. 1: Usługi finansowe wśród Internautów w 2008 r.

Usługi finansowe wśród Internautów		10074
	posiadane	poszukiwane
konto osobiste	77%	12%
ubezpieczenie samochodu	44%	8%
ubezpieczenie na życie	42%	11%
karta kredytowa	40%	14%
konto oszczędnościowe	36%	17%
ubezpieczenie mieszkania	28%	8%
pożyczka	23%	15%
ubezpieczenie turystyczne	15%	6%
fundusze inwestycyjne	14%	16%
kredyt hipoteczny	13%	19%
akcje	7%	11%
kredyt samochodowy	6%	11%
obligacje	3%	8%
inne produkty finansowe	6%	10%

Źródło: Google Polska, 09-2008

www.internetstats.pl

Źródło: Google Polska (2008).

Krótko po uruchomieniu mBanku, największy bank detaliczny w Polsce PKO BP uruchomił swoją wersję internetowego banku. W grudniu 2000 r. ten bank uruchomił w ramach e-Superkonta usługę pod nazwą e-PKO. Kolejnym posunięciem PKO BP na rynku internetowym był zakup *Inteligo Financial Services S.A.* oraz zintegrowanie go w ramach PKO. W ten sposób powstało znane do dzisiaj internetowe ramię PKO BP - Inteligo. Ostatnim, znaczącym wydarzeniem w bankowości całkowicie internetowej było uruchomienie w 2001 r. przez Volkswagen Bank Polska usługi Volkswagen Bank Direct. Te trzy banki - mBank, Inteligo i Volkswagen Bank Direct - stały się katalizatorami przemian w tradycyjnej bankowości. Można powiedzieć, że obecnie nie ma w Polsce banku, który nie oferowałby swoich usług w sposób zdalny. Należy jednak zaznaczyć, że wbrew przewidywaniom na początku XXI w. rynek usług bankowych w postaci wyłącznie wirtualnej nie poszedł w kierunku wyłącznego wirtualnego dostępu do konta. Okazało się, że bankowość internetowa jest wynalazkiem doskonałym, ale w połączeniu z tradycyjnymi kanałami dostępu. Zauważono, że klienci chętnie korzystają z Internetu, ale również chętnie korzystają z tradycyjnych kanałów sprzedaży usług i produktów bankowych. Można powiedzieć, że w ten sposób ukształtował się obecny trend na rynku bankowym, a mianowicie model mieszany z silnym „ramieniem” elektronicznym, ale również z tradycyjnymi placówkami bankowymi. Nawet mBank doszedł do wniosku, że nie wystarczy wyłącznie dostęp wirtualny i otworzył sieć tzw. mKiosków. Można w nich załatwić wiele spraw związanych np. z założeniem konta czy uzyskaniem kredytu, korzystając z pomocy pracowników. Oczywiście, nadal najważniejszym kanałem komunikacji jest Internet. Wydaje się, że ten model działania jest najbardziej optymalny z punktu widzenia biznesowego. Niebagatelne znaczenie w wypracowaniu tego modelu miały aspekty psychologiczne. Niewątpliwie wiele osób jest zadowolonych z możliwości, jakie oferuje Internet w bankowości, ale równocześnie kontakt z żywym człowiekiem powoduje, że czują się oni bardziej bezpiecznie. Banki nie mogły nie zauważyć tych aspektów i dostosowały się do potrzeb rynku.

3. Ewolucja bankowości elektronicznej

Filozofia działania banków w przestrzeni wirtualnej cały czas ewoluuje. Od kilku lat można dostrzec również nowy trend w ich działaniu. Konto w banku nie spełnia już wyłącznie funkcji związanej z bieżącą obsługą finansową klienta. Oprócz tradycyjnych operacji, które można na nim wykonać (przelewy, stan konta, zakładanie lokat itp.) można zauważyć, że konto

„obrośnięte” jest dodatkowymi funkcjami. Powstaje narzędzie, które można nazwać „kombajnem” finansowym. Można powiedzieć, że ten trend zapoczątkował również mBank i na jego przykładzie można wyjaśnić, na czym polega to zjawisko. Posiadacz konta internetowego w mBanku może korzystać również z dodatkowych narzędzi, takich jak wirtualny rachunek inwestycyjny, różne ubezpieczenia (majątkowe, samochodowe, na życie, medyczne). mBank utrzymując, np. darmowe konto, zarabia na usługach dodatkowych np. na prowizjach maklerskich. Klient mBanku, korzystając z Internetu, może kupować i sprzedawać akcje (z całą gamą profesjonalnych narzędzi do inwestowania), może również inwestować w setki funduszy inwestycyjnych. Co ważne, może to robić bezprowizyjnie.

Oznacza to, że mając dostęp do Internetu przeciętny użytkownik może zainwestować pośrednio np. w produkty rolne (fundusze powiązane z rynkiem rolnym), w surowce (fundusze powiązane np. z miedzią, ropą naftową, złotem) czy w akcje firm w egzotycznych krajach (Azja, Ameryka Środkowa, Afryka). Tak szerokie możliwości inwestycyjne, połączenie funkcjonalności zwykłego konta bankowego z biurem maklerskim oraz narzędziami ubezpieczeniowymi tworzy przewagę konkurencyjną na rynku bankowym.

Wiele innych banków, np. Bank Ochrony Środowiska z doskonałymi narzędziami analitycznymi i brokerskimi czy Bank Zachodni WBK, stara się rozszerzać ofertę inwestycyjną w ramach tradycyjnych, internetowych kont. Patrząc na zmiany, jakie zaszły w bankowości w ciągu ostatnich 20. lat należy również wspomnieć o pewnym paradoksie z tym związanym. Ze względu na to, że polski system bankowy na początku transformacji był bardzo zacofany, to łatwiej i szybciej można było go unowocześnić, pomijając niektóre narzędzia bardzo popularne w krajach rozwiniętych. Dotyczy to np. czeków. W Polsce posługiwanie się czekami było marginalne w przeciwieństwie do krajów zachodnich (np. w USA czy w Europie Zachodniej). Dzięki temu od razu w Polsce były implementowane rozwiązania znacznie nowocześniejsze technologicznie i organizacyjnie. Można powiedzieć, że „przeskoczyliśmy” pewien etap w bankowości i od razu zastosowano najnowocześniejsze narzędzia. Z tego względu nasz system bankowy jest jednym z nowocześniejszych w Europie.

Bardzo istotnym czynnikiem popularyzującym usługi bankowe w postaci zdalnego dostępu jest dynamiczny rozwój telefonii komórkowej. O ile kilka lat temu telefony służyły wyłącznie do przeprowadzania rozmów i przekazywania komunikatów tekstowych (SMS-ów), to wraz z rozwojem technologicznym telefony służą już nie tylko do rozmów, ale do szeroko pojętej transmisji danych. Produkowane obecnie smartfony są zarówno

multimedialnym centrum rozrywki, jak i biurem w jednym. Wyposażone są w systemy operacyjne (np. android, windows mobile) i pozwalają również na szybką transmisję danych w Internecie. Wyposażone są w wygodne, duże i dotykowe wyświetlacze, które ułatwiają nawigowanie w sieci WWW.

Obecnie stoimy również przed kolejną technologiczną nowinką, która może być przełomowa dla bankowości tak, jak kiedyś było upowszechnienie Internetu czy używanie bankomatów. Jest to technologia zbliżeniowa, polegająca na możliwości zapłaty za zakupy do kwoty 50 zł za pomocą karty zbliżeniowej (technologia NFC - *near field communication*, tzw. *m-banking*). Ułatwiłoby to realizowanie procesu zapłaty za zakupy i jednocześnie mocno przyspieszyło. Z tą technologią zetknął się każdy, kto kupował bilet okresowy - aby go skasować lub otworzyć bramkę w metrze, wystarczy zbliżyć kartę do czytnika. Smartfony są też w stanie obsługiwać specjalne programy - tzw. aplikacje - które ułatwiają korzystanie z serwisów internetowych, w tym bankowych.

Telefonem komórkowym można obecnie zapłacić w Polsce w ponad 10.000 terminali wyposażonych w czytniki zbliżeniowe, m.in. w placówkach Empik, Coffee Heaven, McDonald's, w sieci księgarni Matras, w sklepach komputerowych Sferis, na stacjach paliw Shell czy w sklepach Smyk. Takie płatności przyjmuje już także część placówek delikatesów Bomi oraz sieci Multikino. Przygotowują się również supermarkety Carrefour, drogerie Rossmann oraz delikatesy Piotr i Paweł. Czytniki zbliżeniowe są też m.in. w sklepach Żabka, salonikach Kolportera czy na piłkarskich stadionach. Z drugiej strony do tego typu operacji na dużą skalę przygotowują się banki. W kwietniu 2010 r. ruszył wspólny projekt trzech instytucji:

- Banku Zachodniego WBK;
- sieci Plus oraz
- Visy Europe.

Projekt ten dotyczył wdrożenia płatności zbliżeniowych dokonywanych za pomocą telefonu komórkowego dzięki aplikacji Visa payWave umieszczonej w karcie SIM telefonu komórkowego. Alternatywną aplikacją jest MasterCard PayPass (korzysta z niego bank Citi Handlowy). Obok tego powstają nowe usługi, np. możliwość płacenia telefonem komórkowym za przejazdy komunikacją miejską. Ważny jest nie tylko aspekt użyteczności. Ta technologia mogłaby zachęcić osoby, które do tej pory nie korzystały z usług bankowych np. do założenia konta i bardziej aktywnego korzystania z usług bankowych.

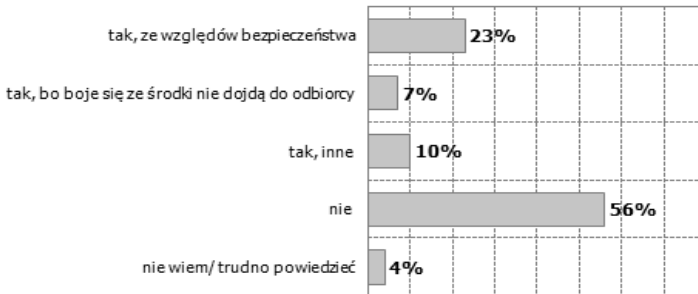
Istotnym elementem w popularyzacji *m-bankingu* jest uregulowanie prawne tej formy korzystania z usług bankowych. Dotyczy to zarówno uprawnień, jak i zobowiązań firm i konsumentów. Obecnie prowadzone są prace w tym zakresie i dotyczą one nie tylko Polski, ale również całej Unii Europejskiej. Niewątpliwie uregulowanie prawne *m-bankingu* bardzo istotnie przyczyniłoby się do jego popularyzacji. Brak takich uregulowań na szczeblu międzynarodowym może być istotną barierą w jego popularyzacji. Przykładem mogą być problemy z transakcjami handlowymi w Internecie. O ile handel internetowy w Polsce rozwija się doskonale, to wymiana handlowa między klientami w różnych krajach następuje z trudnością. Dotyczy to głównie kwestii podatkowych, bezpieczeństwa transakcji itp. Chcąc uniknąć tego typu problemów w przypadku *m-bankingu* należy te kwestie uregulować.

Korzystanie z usług bankowych w postaci *m-bankingu* ma duże szanse na wyeliminowanie obiegu gotówkowego, np. w małych placówkach handlowych czy usługowych. Może przyczynić się również do włączenia w elektroniczne transakcje np. piekarń, warzywniaków czy innych drobnych przedsiębiorców, którzy do tej pory nie umożliwiali swoim klientom zakupów przy użyciu kart bankowych.

4. Polityka bezpieczeństwa transakcji bankowych

W Polsce występują obawy przed dokonywaniem transakcji finansowych przez Internet, jednak - jak widać na poniższym wykresie - zdecydowana większość użytkowników Internetu zaakceptowała sieć WWW do tego typu operacji. Aż 56% Internatów nie ma obaw przed wykorzystaniem sieci do płatności, a co za tym idzie, również do dokonywania transakcji bankowych.

Rys. 1: Obawy internautów przed dokonywaniem płatności przez Internet

Obawy internautów przed dokonywaniem płatności przez internet

Źródło danych: MB SMG/KRC dla ING, I2009, n=500 internautów

id 10254

www.InternetStats.pl

Osoba dokonująca przez Internet transakcji handlowych lub finansowych oczekuje, że instytucja (np. bank) zapewni mu następujące gwarancje:

- integralność, czyli gwarancję, że żaden z jej elementów nie zostanie zmieniony;
- niezaprzeczalność związaną z autentykacją danej osoby;
- poufność wykonywanych czynności.

Systemy informatyczne monitorują wszelkie działania, zapisując informacje o nich w specjalnej bazie danych. Ważne jest, aby systemy bezpieczeństwa miały zwielokrotnione mechanizmy autoryzacji i autentykacji. Można wysunąć analogie między systemami bezpieczeństwa w transakcjach elektronicznych a np. systemami bezpieczeństwa w lotnictwie pasażerskim. Wszystkie systemy samolotu posiadają swoje duplikaty. Podobnie jest np. z podstawową czynnością w transakcjach internetowych, jaką jest logowanie się do systemu. Nie wystarczy już tylko sam login, czyli unikalny numer identyfikacyjny w połączeniu z hasłem, ale wymagane są inne zabezpieczenia np. tokeny sprzętowe lub aplikacyjne. Gdy zorientowano się, że nie wystarczają tylko te dwa elementy postanowiono użyć dodatkowych. Były nimi np. hasła jednorazowe zapisywane na kartach plastikowych lub papierze.

Ze względu na to, że są to metody tanie w użytkowaniu, jeszcze dziś są stosowane przez banki. Niestety ich wadą jest to, że mogą łatwo dostać się w niepowołane ręce, co zdecydowanie obniża bezpieczeństwo transakcji.

Inną odmianą, ale trochę droższą, wykorzystującą hasła jednorazowe, są sprzętowe generatory hasel jednorazowych (tzw. tokeny). Hasła generowane są na małym urządzeniu wielkości pamięci *flash*. Często sam dostęp do tokenu jest zabezpieczony hasłem. Oznacza to, że jest to tzw. autoryzacja dwuskładnikowa: użytkownik musi posiadać urządzenie oraz musi znać PIN. Kradzież tokenu nie gwarantuje osobie niepożądanego wykonania nieautoryzowanej transakcji. Tokeny mają pewną wadę, dotyczącą głównie wymiany źródła zasilania. Dlatego znacznie efektywniejszą i tańszą metodą jest token programowy. Jest to specjalna aplikacja instalowana w telefonie komórkowym użytkownika, która generuje hasła jednorazowe w postaci programowej, a nie sprzętowej. Niektóre modele tokenów działają w trybie tzw. *challenge-response*. Jest to tryb, który nakazuje użytkownikowi wprowadzenie do urządzenia dodatkowego ciągu znaków prezentowanego przez system transakcyjny instytucji finansowej. Dopiero po jego wprowadzeniu generowany jest przez urządzenie właściwy kod autoryzacyjny.

Najnowszą metodą autoryzacji są hasła jednorazowe przesyłane na telefon komórkowy użytkownika w postaci SMS. Do generacji tych hasel używane są dane o konkretnej transakcji, stąd są silnie z nią związane. Dodatkowo, w wiadomości SMS są przesyłane informacje o samej transakcji, które użytkownik może sprawdzić, co bardzo podnosi poziom bezpieczeństwa. Duże bezpieczeństwo gwarantuje kryptografia asymetryczna, czyli podpisywanie transakcji przez użytkowników. Bezpieczeństwo tej metody zależy od jej implementacji. W prawidłowo wykonanym systemie użytkownik widzi wszelkie informacje, które są przez niego autoryzowane poprzez złożenie podpisu elektronicznego. Największe bezpieczeństwo gwarantuje dodatkowo użycie kart kryptograficznych mikroprocesorowych jako nośnika kluczy użytkownika. Karty te są dodatkowo zabezpieczane dłuższym lub krótszym PIN-em. Jest to rozwiązanie bezpieczne, ale stosunkowo drogie. Obecnie na rynku są dostępne rozwiązania umożliwiające włożenie mniejszej odmiany karty mikroprocesorowej do małego czytnika USB. Są również urządzenia, które łączą w sobie kartę mikroprocesorową i czytnik.

5. Bank w telefonie

Wiele banków w celu ułatwienia korzystania z ich usług poprzez telefon komórkowy udostępniło klientom specjalne odmiany swoich stron internetowych. Często stosuje się do nich określenie „łajt”, czyli lekkie. Nie ma tam elementów graficznych, np. reklam, które niepotrzebnie mogłyby utrudniać przeglądanie. Do zalogowania się do bankowości mobilnej zwykle

potrzebny jest ten sam login i hasło, których używa się do łączenia się z systemem bankowości internetowej. Funkcjonalność takich serwisów bywa jednak ograniczona. Oznacza to, że nie zawsze można wykonać przez komórkę te operacje, które są dostępne przez tradycyjną stronę internetową. Niektóre banki pozwalają wykonać przez telefon tylko te operacje, które nie wymagają autoryzacji SMS-em. Można więc np. przeglądać listy i szczegóły rachunków albo historię operacji. Wykonanie przelewu jest możliwe, ale tylko między swoimi rachunkami lub na podstawie szablonów zaufanych (zdefiniowanych na stronie internetowej). Są też serwisy, które pozwalają założyć przez komórkę lokatę, a za ich pomocą można zrobić dowolny przelew.

Specjalne lekkie strony na potrzeby mobilnych użytkowników nie wymagają instalowania w telefonie specjalnego oprogramowania. Telefonika komórkowa w ostatnich latach zrobiła ogromny krok naprzód wraz z pojawieniem się tzw. smart fonów, czyli inteligentnych komórek przypominających w zasadzie mały kieszonkowy komputer. Tak właśnie działa iPhone Apple'a, telefony z systemem Android, BlackBerry, Nokia z systemem Symbian czy wprowadzane właśnie na rynek telefony z nowym systemem Windows Phone 7 Microsoftu. Wszystkie te komórki mają przeglądarki internetowe tylko w niewielkim stopniu ustępujące tym znanym z komputerów. Niewątpliwie postęp technologiczny w tej dziedzinie pozwala również na większą dostępność zdalnych usług bankowych. Największą „bolączką” jest - opisane powyżej - bezpieczeństwo takich transakcji, ale również w tym obszarze można zobaczyć coraz większy postęp. Można zaryzykować stwierdzenie, że wraz z rozwojem telefonii komórkowej, będzie ona miała również pośredni wpływ na rozwój internetowych usług bankowych.

Polskim bankom nie brakuje skłonności do innowacji i postępu technologicznego. Należy odpowiedzieć na pytanie, jak pozostałe czynniki wpływają na rozwój bankowości i jak one wpływały w ostatnich 20. latach. Bardzo istotne znaczenie ma wielkość rynku i popyt na dane usługi. Polska jest krajem stosunkowo dużym w Europie, o potencjale zbliżonym do Hiszpanii. Z tego powodu jest atrakcyjnym krajem dla zagranicznych inwestorów.

Pomimo upływu 20. lat, potencjał na rynku bankowym w Polsce jest nadal na wysokim poziomie. Wiele osób jednak nie posiada konta w banku. Nadal - pomimo szybkich zmian - znaczny odsetek mieszkańców nie ma dostępu do szerokopasmowego Internetu. Ponadto odsetek osób, które intensywnie korzystają z szerokiego wachlarza usług i produktów bankowych, nie jest zbyt wysoki. Polacy nie zadłużają się w aż tak wysokim stopniu, jak mieszkańcy Zachodu. To oznacza, że nie korzystają na masową skalę

z takich produktów bankowych, jak karty kredytowe, kredyty, inwestycje w akcje czy obligacje. Perspektywy rozwoju rynku bankowego są bardzo dobre, pomimo lekkiego przyhamowania związanego z ostatnim kryzysem finansowym. Popyt wewnętrzny, bieżący, jak i potencjalny, jest na tak wysokim poziomie, że rynek bankowy jest nadal atrakcyjny dla krajowych i zagranicznych inwestorów.

6. Podsumowanie

System bankowy w Polsce od początku lat 90. ulegał istotnym przekształceniom. Wpływ na to miała zarówno technologia (w tym informatyczna, telefonia komórkowa), jak również uregulowania prawne, zmiany w otoczeniu biznesowym oraz zmiana podejścia Polaków do usług bankowych. Niewątpliwie system bankowy, który obecnie funkcjonuje w Polsce, odegrał istotną rolę w przekształceniach gospodarczych naszego kraju i w jego rozwoju. Przetrwiał w dość dobrej kondycji również „wstrząsy” spowodowane kryzysem finansowym. Na tle innych krajów wyróżnia się pozytywnie pod względem technologicznym i uregulowań prawnych. Jest on bardzo istotną częścią polskiej gospodarki i znacząco wpłynął na polską transformację ustrojową po 1989 r.

LITERATURA

- Kozioł J., 20 lat transformacji polskiego sektora bankowego. Realia i co dalej... 2010.
- Mikołajczyk M., Nadzór nad rynkiem finansowym, O nowy ład gospodarczy w Polsce. Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa 2008.
- Ślązak E., Perspektywy rozwoju usług bankowości elektronicznej - wybrane aspekty. W: Bankowość, finanse, ubezpieczenia, rynki kapitałowe w dobie integrującej się Europy. Praca zbiorowa pod redakcją M. Zaleskiej, SGH, Warszawa 2005.
- Ślązak E., Borowski K., Bankowość elektroniczna. W: Współczesna bankowość. Praca zbiorowa pod red. M. Zaleskiej, Wydawnictwo Difin, Warszawa 2007.

Źródła internetowe

- www.internetstat.pl (stan z dnia: 12.10.2011 r.).
- www.mbank.pl (stan z dnia: 12.10.2011 r.).

III MODELOWANIE W NAUKACH TECHNICZNYCH

MODELE MATEMATYCZNE W GOSPODARCE OBRONNEJ

MATHEMATICAL MODELS APPLIED TO ECONOMY AND MILITARY PROBLEMS

Henryk Spustek*

Abstract

In the paper an overview of different military-industrial models can be found. Attention has been called on complex and analytical concepts of modelling defensive potentials. Analysis and criticism of chosen models has been carried. Personal solution has been suggested in range of measurement of defensive potentials of states.

1. Wstęp

Potęga państw (potencjał gospodarczo-obronny) rozpatrywana jest w dwóch równoległych płaszczyznach: ekonomicznej i militarnej. Oba kierunki rozważań są równie ważne i wzajemnie się uzupełniają. Rozważanie potęgi państwa w oderwaniu od otoczenia nie ma większego sensu. Analizom poddawane są możliwości gospodarczo-obronne poszczególnych państw w stosunku do innych państw zakwalifikowanych do tej samej grupy.

Modele gospodarczo-obronne budowano na podstawie analiz przeszłych wojen i konfliktów zbrojnych. Przebiegi konfliktów zbrojnych zmieniły się w taki sposób, jak zmianom ulegały stosunki gospodarcze, rozwój społeczny, przewartościowanie cech modelowanych systemów gospodarczych. Analizując poszczególne modele należy stwierdzić, że ich budowa oparta jest na dwóch rodzajach czynników: twardych i miękkich. Odzwierciedlenie czynników twardych polega na umiejscowieniu w modelu zmiennych łatwo mierzalnych. Do zmiennych tych można zaliczyć m.in. powierzchnię kraju, populację ludności, dochód narodowy. Czynniki miękkie stanowią trudno mierzalne cechy jakościowe, których zadaniem jest odzwierciedlenie wpływu cech systemowych typu: stopień organizacji społecznej, patriotyzm, wola przetrwania, mobilizacja społeczna, stopień zderminowania działań w kierunku osiągnięcia nadrzędnego celu społeczne-

* dr hab. Henryk SPUSTEK, prof. Wyższej Szkoły Oficerskiej Wojsk Lądowych, Wrocław.

go. Są to zmienne jakościowe, które wspólnie z pozostałymi zmiennymi modelowymi zapewniają całościowy ogląd analizowanych systemów gospodarczo-obronnych. Ponadto, wszystkie modele gospodarczo-obronne można zaszeregować do dwóch grup: modeli syntetycznych i modeli analitycznych (Stankiewicz, 1994, s. 67). Modele te różnią się od siebie pod względem liczby zmiennych modelowych. Podejście analityczne, charakterystyczne dla RAND Corporation, preferuje wieloelementowe zbiory zmiennych objaśniających. Przykładowo, podczas analizy systemowej państwa rozpatruje się zasoby narodowe, tj. technologię, przedsiębiorczość, zasoby ludzkie, zasoby finansowe (kapitał), zasoby rzeczowe. Każda z wymienionych grup zasobów jest dzielona na szczegółowe wskaźniki analityczne. Technologia dzieli się na informację i łączność, materiały, produkcję, biotechnologię, energię i środowisko itd. W ten sposób, w modelu analitycznym zbiór zmiennych znacznie rozszerza się w stosunku do modelu syntetycznego (Tellis, 2000, s. 133-174).

Dzięki podejściu analitycznemu otrzymuje się precyzyjny opis analizowanego systemu, napotykając równocześnie na trudności w ich analizowaniu. Trudności te związane są przede wszystkim z doбором zbioru zmiennych wejściowych (zgodnie z zasadami ekonometrycznego doboru zmiennych do modeli opisowych) oraz wyborem metody analizy porównawczej, pozwalającej na obiektywną analizę rozważanych systemów. Podejście analityczne jest zatem kłopotliwe w implementacji, ale w przypadku dostępności danych, zapewnia dokładny pomiar potencjału badanego systemu. Model syntetyczny - prosty w budowie, przeważnie jest bardzo trudny w implementacji. Najlepiej jest znaleźć „złoty środek”. Środkiem tym zdają się być wielowymiarowe analizy porównawcze oparte na metodach taksonomicznych.

2. Przegląd wybranych modeli gospodarczo-obronnych

Dokonując przeglądu modeli gospodarczo-obronnych można zauważyć podobieństwo ich budowy do modelu produkcji Cobba-Douglasa. Większość modeli ma postać potęgowej z ustalonymi wykładnikami potęg. Cecha ta jest głównym i uzasadnionym powodem ich krytyki. Poniżej zostaną przedstawione wybrane modele gospodarczo-obronne o postaci potęgowej.

2.1. Model W. Fucksy

Model ten jest typowym przykładem modelu o postaci potęgowej. Ma on znaczenie czysto historyczne (obecnie mocno zdezaktualizowany z powodu zbioru zmiennych, jaki brany jest pod uwagę celem obliczenia tzw. syntetycznego wskaźnika potęgi M). Postać modelu jest następująca:

$$M = \frac{1}{2} L^{\frac{1}{3}} (E + S) \quad (1)$$

gdzie:

- L - liczba ludności,
- E - produkcja energii,
- S - produkcja stali.

Zależność (1) można przedstawić w równoważnej postaci:

$$M = \frac{1}{2} (M_E + M_S) \quad (2)$$

gdzie:

$$M_E = L^{\frac{1}{3}} \cdot E \quad (3)$$

$$M_S = L^{\frac{1}{3}} \cdot S \quad (4)$$

Wskaźniki: M_E i M_S są wskaźnikami cząstkowymi, opartymi na liczbie ludności i kolejno na: produkcji energii i produkcji stali. Bazując na zależnościach (3) i (4) można wyznaczyć dwie izokwanty: $L-E$ oraz $L-S$. Izokwanty wskazują na substytucję liczby ludności przez wielkość produkcji energii oraz liczby ludności przez wielkość produkcji stali i na odwrót. Widać tu wyraźne podobieństwo do modelu produkcji Cobba-Douglasa.

Model Fucksy, chociaż prosty w zastosowaniu, napotkał ostrą i uzasadnioną krytykę ze względu na brak uzasadnienia zastosowania określonych wartości wykładników potęgowych. W związku z tym, model był zmodyfikowany przez autora, poprzez wprowadzenie współczynników wielokrotności wskaźników cząstkowych. Jednakże zasadniczą wadę modelu stanowi niemiarodajny obecnie wskaźnik produkcji stali. Decyduje to ostatecznie o współczesnej nieprzydatności modelu.

2.2. Modele chińskie i indyjskie

Rozważania uczonych chińskich zmierzają w kierunku określenia ogólnej potęgi państwa, ze szczególnym uwypukleniem strony materialnej. Do pomiaru ogólnej potęgi państwa, użyto osiem grup zasobów, którym nadano wagi. Do zbioru zasobów zaliczono: kapitał ludzki, zasoby ekonomiczne, zasoby naturalne, zasoby kapitału, zasoby wiedzy, zasoby rządowe, zasoby militarne i tzw. zasoby międzynarodowe, obejmujące eksport oraz import dóbr i usług. Ogólna potęga państwa OPP jest funkcją czasu, wyrażoną poprzez następującą formułę:

$$OPP(t) = \sum_{i=1}^n \alpha_i \cdot R_i(t) \quad (5)$$

gdzie:

α_i - waga zasobu,

R_i - procentowy udział zasobu w zasobach światowych.

Rozwinięciem propozycji określonej zależnością (5) jest model uwzględniający wpływ czynników „miękkich” na zmienną w czasie potęgę narodową $PN(t)$. Model ten ma postać potęgową:

$$PN(t) = K(t) \cdot [OPP(t)]^\alpha \cdot S(t)^\beta \quad (6)$$

gdzie:

$K(t)$ - współczynnik koordynacji działań,

$OPP(t)$ - zmienna w czasie ogólna potęga państwa (wyrażona przez zależność (5)),

$S(t)$ - zmienna obejmująca czynniki „miękkie”,

α - współczynnik elastyczności zmiennych „twardych”,

β - współczynnik elastyczności zmiennych „miękkich”.

Przedstawiony model przypisuje dużą wagę czynnikom „miękkim”, co prowadzi do zawyżonych ocen porównywanych krajów w stosunku do USA. Brak jest jednoznacznie określonych kryteriów, wskazujących na relacje czasowe pomiędzy współczynnikami α i β (Angang, Honghua, 2002, s. 2).

W podejściu indyjskim, na globalną potęgę państwa składa się potęga gospodarcza kraju oraz potęga wojskowa. Funkcjonują tu dwa pojęcia: potęga potencjalna państwa PPP oraz potęga realna państwa PRP . Na potęgę realną wpływ mają czynniki „miękkie”. Czynniki te sprawiają, że

wielkość realnej potęgi państwa może zawierać się w pewnym przedziale wartości. Zależności matematyczne mają charakter funkcji potęgowej. Modele indyjskie obarczone są tą samą niedoskonałością co modele chińskie. Uwydatnia się przecenianie czynników niematerialnych i brak powiązań funkcyjnych między czynnikami „twardymi” i „miękkimi” (Virmani, 2005, s. 32).

2.3. Model Sułka

Model potencjału gospodarczo-obronnego został tutaj przedstawiony poprzez wprowadzenie pojęć: mocy dyspozycyjnej i mocy koordynacyjnej. Zależności matematyczne wyrażające obie kategorie mocy mają charakter potęgowy i przedstawiają się następująco:

$$P_d = D^{0,652} \cdot L^{0,217} \cdot P^{0,109} \quad (7)$$

$$P_k = W^{0,652} \cdot Z^{0,217} \cdot P^{0,109} \quad (8)$$

gdzie:

P_d - moc dyspozycyjna,

P_k - moc koordynacyjna,

D - produkt krajowy brutto,

W - wydatki militarne,

L - liczba ludności,

Z - liczba żołnierzy służby czynnej,

P - powierzchnia kraju.

W modelu precyzyjnie podano wykładniki potęg liczby ludności, powierzchni kraju, produktu krajowego brutto oraz wydatków militarnych. Analiza statystycznych danych historycznych pozwoliła na weryfikację poprawności uzyskanych wyników za pomocą modelu, z wielkościami rzeczywistymi (Sułek, 2008, s. 142-146). Jednakże zasadniczą wadą modelu jest brak możliwości wprowadzenia, w miarę potrzeb, innych zmiennych objaśniających. Wadę tę posiadają zresztą wszystkie omówione wyżej modele.

2.4. Podejście RAND Corporation – modele analityczne

Państwo rozpatrywane jest tutaj w kategoriach systemowych, jako „czarna skrzynka”. Wejście stanowią zasoby państwa, a wyjście potęgą militarna państwa. Wewnątrz systemu odbywa się transformacja zasobów państwa w jego potęgę militarną, traktowaną jako zasadniczy wyróżnik

potęgi w polityce międzynarodowej. Sposób przetwarzania informacji w tym podejściu przedstawia rys. 1.

Szczegółowy opis badanego systemu zapewnia obszerny zbiór zmiennych objaśniających. Jest to typowe podejście analityczne, z którym wiąże się szereg problemów natury doboru zmiennych diagnostycznych do modelu opisowego. Niedogodność polegająca na analizie dużej liczby zmiennych jest jednakże rekompensowana możliwością elastycznego spojrzenia na oceniany system i jego opis analityczny.

Rys. 1: Spojrzenie *RAND Corporation* na potęgę państwa



Źródło: Opracowano na podstawie Tellis (2000, s. 45).

3. Model oparty na taksonomicznych analizach porównawczych

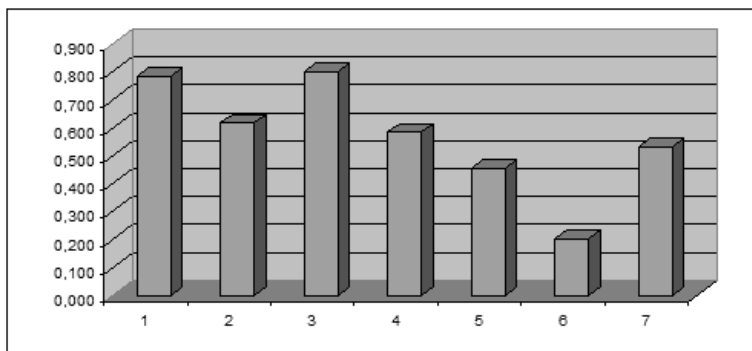
Po przeanalizowaniu zaprezentowanych wyżej modeli, autor niniejszego artykułu zaproponował własne rozwiązanie w tym zakresie. Model oparty jest na metodzie taksonomii numerycznej. Podstawowa zaleta proponowanego rozwiązania polega na tym, że możliwe jest wzięcie pod uwagę obszernego zbioru zmiennych objaśniających (podobnie jak w przypadku modeli analitycznych), proste sprowadzenie cech do wzajemnej porównywalności poprzez standaryzację zmiennych oraz syntetyczne przedstawienie wyniku analizy w postaci uszeregowania ocen w kolejności rosnącej. Ponadto możliwe jest przeprowadzenie analiz z zastosowaniem systemu wag, przypisanych poszczególnym kryteriom oceny. Przeprowadzono przykładowe analizy porównawcze na wybranej grupie państw, biorąc pod uwagę następujące kryteria:

1. produkcja energii elektrycznej, z rozbiciem na rodzaje elektrowni, tj. ciepłne, wodne, wiatrowe, jądrowe;

2. produkcja stali surowej, z rozbiem na produkcję w jednostkach bezwzględnych i udział procentowy w produkcji światowej;
3. ludność (wielkość populacji);
4. powierzchnia kraju;
5. wielkość PKB, przypadająca na jednego mieszkańca.

Uzyskane rezultaty przedstawiono na rys. 2. Wszystkie kryteria, które zostały wzięte pod uwagę, rozpatrzono w pierwszej kolejności jako równoważne. Przypisanie wag rozpatrywanym kryteriom, nie przyniosło zasadniczych zmian w klasyfikacji porównywanych obiektów.

Rys. 2: Wyniki analizy porównawczej



Poszczególne pozycje na rys.2 oznaczają:

1. USA, 2. Japonia, 3. Rosja, 4. Niemcy, 5. Francja, 6. Indie, 7. Wielka Brytania.

Źródło: Opracowanie własne.

4. Podsumowanie

Przedstawiony w artykule problem pomiaru potencjału gospodarczo-obronnego w powiązaniu z potencjałem militarnym jest ważnym elementem procesu oceny porównawczej państw. Trudno zgodzić się z lansowanym obecnie poglądem, że zagadnienia te straciły na aktualności z powodu zmian, jakie nastąpiły w charakterze współczesnych konfliktów zbrojnych, jak również postępujących procesów globalizacji. Proces globalizacji bezsprzecznie postępuje, ale obok niego widoczne są również tendencje ekspozycji czynnika narodowego poszczególnych państw jako źródła potęgi i bezpieczeństwa. Charakter konfliktów zmienił się z typowo zbrojnych na niezbrojne, co stało się powodem swoistego przewartościowania czynni-

ków ilościowych i jakościowych. Straciły na aktualności „stare” modele potencjału militarnego. Ich miejsce zajęły modele jakościowe. Modelowanie zagadnień gospodarczo-obronnych pozostało nadal aktualne i będzie zapewne przedmiotem przyszłych analiz. Na podstawie przeprowadzonej analizy nasuwają się następujące wnioski:

- modele potęgowe (przedstawione w artykule) straciły na aktualności i mają jedynie historyczną wartość poznawczą;
- na uwagę zasługują modele analityczne budowane przez RAND Corporation;
- wielowymiarowe analizy porównawcze (w tym metody taksonomiczne) mogą być z powodzeniem stosowane, zarówno w procesie oceny potencjału gospodarczo-obronnego, jak i militarnego.

Przedstawione w artykule wyniki badań uzyskane przy pomocy metody taksonomicznej, wskazują na przydatność wielowymiarowych analiz porównawczych w procesie pomiaru szeroko rozumianej potęgi państw, wbrew temu, co sugerują niektórzy autorzy prac analitycznych w tej dziedzinie (Giermakowski, 1991, s. 39-57).

LITERATURA

- Angang H., Honghua M., Honghua, The Rising of Modern China: Comprehensive National Power and Grand Strategy. „Strategy & Management” No. 3, 2002.
- Giermakowski L., Przemysł w potencjale ekonomiczno-obronnym kraju. Wyd. MpiPS, Warszawa 1991.
- Stankiewicz W., Ekonomika obrony. AON, Warszawa 1992.
- Sułek M., Programowanie gospodarczo-obronne. Wyd. Bellona, Warszawa 2008.
- Tellis A.J., Bially L.J., Layne Ch., Pherson M., Sollinger J., Measuring National Power in the Postindustrial Age. Rand Corporation, 2000.
- Virmani A., Global power from 18th do 21st century: power potential, strategic assets & actual power. Indian Council for Research on International Economic Relations, Working Papers No. 160, 2005.

SPECYFIKA MODELOWANIA INFORMACYJNO- DECYZYJNEGO W OBSZARZE INŻYNIERII LĄDOWEJ

SPECYFIKA MODELOWANIA INFORMACYJNO-DECYZYJNEGO W OBSZARZE INŻYNIERII LĄDOWEJ

Janusz Szelka*, Zbigniew Wrona**

Abstract

In the field of civil engineering, Management Information Systems are usually multi-faceted and complex in their nature. Because of the multi-faceted complexity of the Management Information Systems, informatics solutions are used to support them. One of the elements concerning the technical improvement of the Management Information Systems involves the selection of the right models for data and knowledge representation. Right models consist of the information resources of these systems combined with the proper choice of analytical and decision-making models. The Systems approach, based on objectively organized data and knowledge, is the only possibility that allows for full consideration of a problem's complexity. It provides - not only an efficient model of analytical and decision-making models in the field of Management (in critical situations) – but, it also permits the continued maintenance and realized complex processes of a varied nature that are designed to cope with problems such as those found at different structural levels or in the randomness of partial problems.

1. Wstęp

Przedsięwzięcia inżynierskie w poszczególnych etapach budowy czy odbudowy zniszczonych obiektów infrastruktury transportowej, można zaliczyć do złożonych, zarówno z punktu widzenia technicznego, jak i organizacyjnego. Ponadto dodatkowym utrudnieniem są często ograniczenia czasowe nałożone na realizację procesów analityczno-decyzyjnych. Taka sytuacja wymusza konieczność ciągłych udoskonaleń w zakresie planowania, projektowania oraz organizacji budowy (odbudowy) obiektów inżynierskich. Skuteczność działań w tych obszarach uwarunkowana jest jednak nie tylko wiedzą i doświadczeniem decydentów czy wykonawców, ale również

* dr hab. inż. Janusz SZEŁKA, prof. Wyższej Szkoły Oficerskiej Wojsk Lądowych, Wrocław.

** dr inż. Zbigniew WRONA, Wyższa Szkoła Zarządzania Edukacją, Wrocław.

jakością zasileń informacyjnych oraz możliwościami w zakresie ich wykorzystania. Możliwości racjonalnego wykorzystania posiadanych informacji mogą być w znaczącym stopniu uzależnione od sposobu ich organizowania i formalizacji oraz metod (modeli), stosowanych do ich przetwarzania.

W praktyce inżynierskiej rozwiązanie sytuacji problemowej wymaga najczęściej podjęcia wieloetapowych i niejednorodnych działań. Dodatkowo, zbiory koniecznych do przeanalizowania decyzji dopuszczalnych są zazwyczaj liczne, co przy konieczności dodatkowego uwzględniania losowości zjawisk i niekompletności zasobów informacyjnych nakłada na decydenta - inżyniera konieczność specyficznego podejścia do rozwiązywanego problemu. Wydaje się, że istotnym aspektem takiego podejścia jest dostrzeżenie w każdym działaniu cząstkowym (obliczeniach, decyzji) całości problemu decyzyjnego, którego to działania dotyczy. Holistyczne podejście do zadań decyzyjnych, w odróżnieniu od podejścia redukcjonistycznego, daje możliwość analizy i uwzględniania wpływu poszczególnych elementów całości na inne elementy oraz wpływu każdego z tych elementów na funkcjonowanie całości.

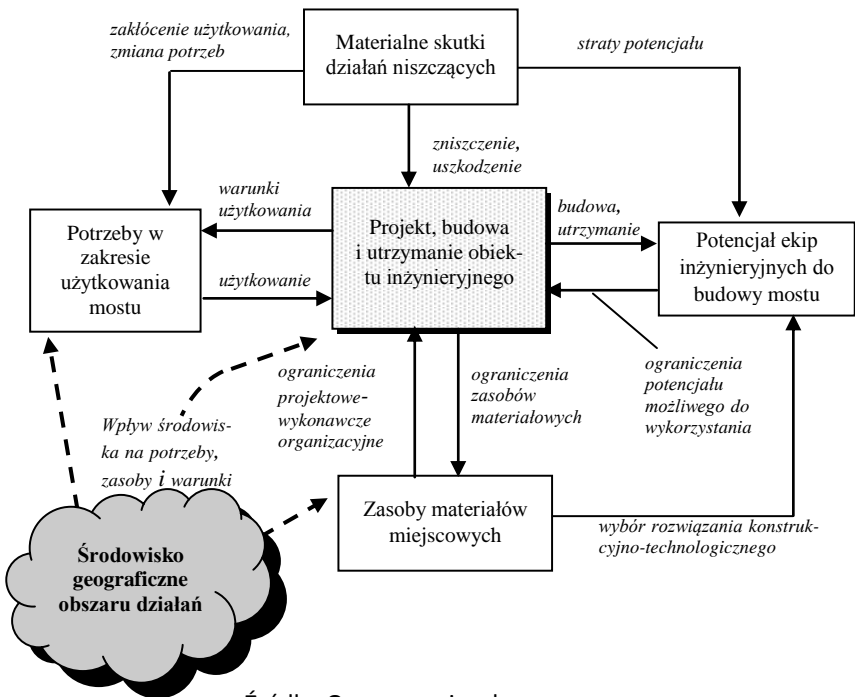
W niniejszym opracowaniu uwagę skupiono głównie na specyfice modeli oraz procesów modelowania w obszarze budownictwa lądowego. Ma ono obecnie szczególne znaczenie, kiedy program infrastruktury komunikacyjnej jest programem rządowym. Oznacza to modernizację dróg, a tym samym przebudowę mostów poprzez poszerzenie jezdni czy budowę nowych przepraw mostowych. Jednak na czas przebudowy lub odbudowy stałych obiektów drogowych należy zapewnić mosty objazdowe bądź tymczasowe, które mogą być montowane z konstrukcji tymczasowych mostów składanych. Dlatego też opisywane przedsięwzięcia informacyjno-decyzyjne w budownictwie lądowym zobrazowano przykładami, odnoszącymi się do projektowania technicznego obiektów mostowych oraz technologii i organizacji ich budowy w warunkach szczególnych (np. przebudowa mostów lub ich odbudowa po przejściu fali powodziowej).

2. Rola podejścia systemowego w przedsięwzięciach informacyjno-decyzyjnych w budownictwie lądowym

Rozwiązanie sytuacji problemowej dla przedsięwzięć inżynierskich powstaje jako wynik analizy różnych czynników, takich jak np.: potrzeby w zakresie użytkowania obiektu, zasoby materiałów miejscowych czy wielkość potencjałów różnych kategorii (ludzkich, sprzętowych), możliwych do użycia przy budowie/odbudowie obiektu. Należy tu uwzględnić nie tylko

wpływ każdego z czynników na obszar rozwiązań dopuszczalnych, ale także wzajemne powiązania między poszczególnymi czynnikami, przy czym całość analizy powinna być prowadzona z uwzględnieniem wpływu środowiska geograficznego na potrzeby, zasoby i warunki działań inżynierskich, co zobrazowano na rys. 1.

Rys. 1: Opis sytuacji problemowej w obszarze budowy obiektów inżynierskich



Źródło: Opracowanie własne.

Konieczność uwzględniania w ramach analizy zasobów informacji o bardzo złożonej strukturze (każdy z obiektów systemu charakteryzowany jest przez dużą liczbę atrybutów - a te przyjmują różne wartości) oraz sieci wzajemnych powiązań między elementami systemu stanowi istotną uciążliwość.

Wśród różnorodnych sposobów podejścia do rozwiązywania problemów inżynierskich w budownictwie, wobec powyższych spostrzeżeń, na uwagę zasługuje z pewnością podejście holistyczne. Zakłada ono traktowanie obiektu zainteresowań, jako całości wydzielanej z badanej rzeczywisto-

ści, przypisując owej całości miano systemu. Pojęcie to oznacza zatem pewną całość wchodzącą w skład większych całości, utworzoną z części (całości mniejszych) powiązanych w sposób nadający jej pewną strukturę, a wyodrębnianą ze względu na pewne funkcje przydzielane tym całościom (Bojarski, 1984, s. 53). Rozpatrywaną całością może być most, będący częścią całości większej (infrastruktury drogowej regionu) i składający się z powiązanych ze sobą całości mniejszych (prześla, podpory itd.).

Podejście systemowe wydaje się o tyle uzasadnione w przypadku działań inżynierskich (zwłaszcza procesów decyzyjnych), że niezależnie od tego, czy przedmiotem tych działań będzie złożony obiekt inżynierski (droga, most) czy też organizacja jakiegokolwiek przedsięwzięcia inżynierskiego (np. tymczasowej przeprawy wodnej), procesy decyzyjne zawsze obejmują wiele aspektów problemu i zawsze należy uwzględniać wpływ otoczenia (nadsystemu) na system będący przedmiotem badań.

Za podstawowe wyróżniki podejścia systemowego można uznać następujące cechy praktycznego działania (Januszewski, 2008, s. 22):

- każdy złożony obiekt badań (np. prześło mostu) traktowany jest jako system;
- każdy rozpatrywany system jest częścią (podsystemem) większego systemu (np. most → sieć obiektów drogowych);
- rozpatrywany system składa się z podsystemów (np. most → prześla, podpory);
- buduje się model systemu na określonym poziomie szczegółowości rozwiązywania problemów decyzyjnych i wykorzystuje się go w sposób celowy;
- rozpatrywany system podlega optymalizowaniu przy użyciu metod matematycznych i informatycznych.

Przykład podejścia systemowego dotyczący budowy mostu przedstawiono w tab. 1.

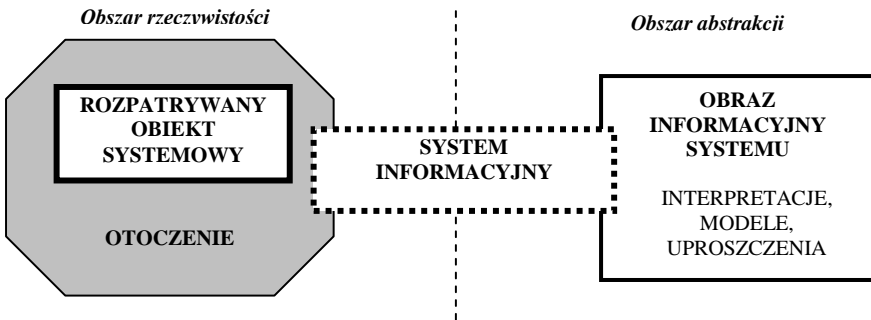
Tab. 1: Budowa mostu w ujęciu systemowym

System	Obiekt	Atrybut
Budowa mostu	Przeprawa, most	Lokalizacja, rodzaj konstrukcji prześlowej i podpór
	Sprzęt do budowy	Wydajność, typ, ilość
	Materiały	Rodzaj, typ, zaopatrzenie
	Realizatorzy	Kwalifikacje, liczba
	Koszty	Sposób rozliczenia

Źródło: Opracowanie własne.

Każdy system (w tym inżynierski) można traktować również jako wielokanałowy przetwornik informacji, co oznacza, że można w nim wyróżnić całą infrastrukturę informacyjną. Informacje o granicy systemu, jego elementach, relacjach między nimi oraz relacjach między systemem a otoczeniem można traktować jako podsystem rozpatrywanego systemu. Istotne wydaje się rozróżnienie, że naturalny obiekt systemowy funkcjonuje w obszarze rzeczywistości, natomiast jego opis dokonywany jest przez inżyniera (analityka) w sferze abstrakcji (rys. 2).

Rys. 2: System informacyjny jako łącznik pomiędzy obszarami rzeczywistości i abstrakcji



Źródło: Opracowanie własne.

Jak wspomniano wyżej, istotnym warunkiem rozpoznania systemu inżynierskiego jest pozyskanie odpowiednio precyzyjnych informacji o jego funkcjonowaniu, a także ich odpowiednie sformalizowanie, tak by mogły być wykorzystywane do dalszych działań, zwłaszcza decyzyjnych. Rola danych oraz informacji, będących produktem ich przetwarzania, jako zasileń systemu decyzyjnego, wydaje się o tyle istotna, że w przypadku sytuacji problemowych z zakresu budownictwa, poziom precyzji i pewności informacji może być bardzo zróżnicowany. Oznacza to, że w praktyce wiele informacji związanych z projektowaniem lub budową obiektów inżynierskich ma charakter niepełny, nieprecyzyjny i niepewny.

Tak dzieje się w przypadkach, w których mamy do czynienia z wielkościami, dla których trudno jest zaproponować obiektywne narzędzia pomiarowe (np. stan techniczny przęsła określono jako *dość dobry*) lub w których koszt uzyskania precyzyjnej informacji ilościowej jest zbyt duży w stosunku do korzyści, jakie daje.

Precyzja przedstawiania informacji zależy głównie od źródeł jej pochodzenia. Za główne źródła informacji, wykorzystywanych do zasilania procesów informacyjno-decyzyjnych w obszarze budownictwa można uznać:

- przepisy prawne (zasady organizacji procesu utrzymania i eksploatacji infrastruktury mostowej);
- dokumentację techniczną (projektową, powykonawczą, zrealizowanych działań utrzymaniowych itp.);
- wyniki przeglądów obiektów (informacje o uszkodzeniach);
- wyniki analiz statyczno-wytrzymałościowych konstrukcji;
- oceny kondycji obiektów (stan techniczny, przydatność użytkowa);
- przepisy ekonomiczno-finansowe (dotyczące utrzymania i eksploatacji zarządzanej infrastruktury mostowej).

Tworzenie obrazu informacyjnego systemu może odbywać się jako efekt różnych metod przekształcania obszaru rzeczywistości w obszar abstraktu. Szczególne znaczenie z punktu widzenia działań inżynierskich można tu przypisać modelowaniu systemowemu oraz działaniom heurystycznym.

Modelowanie systemowe może obejmować różne techniki czy notacje, użyte do budowy modelu (matematyczne, graficzne). Można przy tym wskazać istotne wyróżniki takiego podejścia modelowego (Robertson, 1999, s. 117):

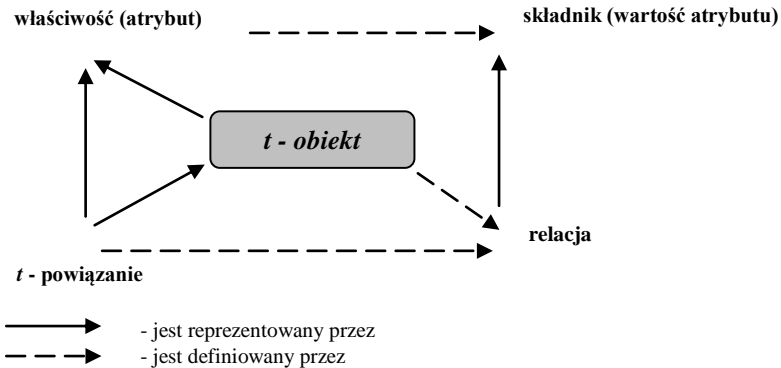
- oryginał jest rzeczywistym obiektem złożonym (systemem realnym);
- obraz jest pojęciowym obiektem złożonym (systemem pojęciowym);
- język badań systemowych jest językiem opisu oryginału;
- do budowy modelu stosuje się metody systemowe (analiza systemowa, identyfikacja).

Modelowanie systemowe charakteryzuje się znacznym poziomem sformalizowania języka użytego do opisu rzeczywistości. Najczęściej jest to język matematyki, połączony z algorytmicznym podejściem do rozwiązania problemu. Znaczna część działań inżynierskich wykracza jednak poza rozwiązania algorytmiczne (strukturalne). Cały szereg inżynierskich problemów decyzyjnych, obejmujących np. klasyfikowanie obiektów na podstawie ich stanu, diagnozowanie i prognozowanie stanu systemów inżynierskich, wymagać może podejścia heurystycznego, opartego na doświadczeniu i wiedzy decydenta, a nie na budowaniu formalnych modeli algorytmicznych, którymi dla wymienionych problemów nie dysponujemy.

3. Modelowanie informacyjne w obszarze inżynierii lądowej

Zastosowane formalizmy reprezentowania zasobów informacyjnych powinny spełniać wymogi podejścia systemowego przy jednoczesnym zachowaniu pełnego zakresu informacji, generowanego przez źródło danych (rozpatrywany system). Wychodząc z zasad podejścia systemowego, przedstawionego w pkt. 2 (konstatacja - *wszystko zależy od wszystkiego*) w ujęciu obiektowym, można założyć, że każde t - zjawisko można przedstawić za pomocą relacji jak na rys. 3.

Rys. 3: Schemat relacji powiązań obiektu



Źródło: Opracowanie własne.

Powiązania między modelem opisowym obiektu i modelem relacyjnym można zapisać w następujący sposób:

- każdy obiekt (zbiór obiektów) i każda rodzina powiązań między tymi obiektami jest reprezentowana przez relację, tzn. należy każdy t – obiekt i każde t – powiązanie opisywać za pomocą schematu relacji;
- każda rodzina właściwości (atrybutów) obiektów lub powiązań jest reprezentowana przez składnik relacji.

Przyjmuje się więc, że:

- relacja oznacza t – obiekt lub t – powiązanie;
- jej składnik oznacza nazwę odpowiedniej t – właściwości.

Taka forma zapisu pozwala zdefiniować:

- mosty, a także jego elementy jako obiekty (zbiory obiektów);

- atrybuty obiektów i ich wartości;
- stany obiektów i relacje zachodzące między nimi;
- reguły wnioskowania oraz
- warunki sterujące.

Obiekt wyraża określoną kategorię rzeczywistości lub pewne pojęcie. Można więc uznać, że obiekt jest egzemplarzem pojęcia. Każde pojęcie to z kolei jednostkowy element wydzielonego obszaru rzeczywistości, mający swoją intensję (treść) i ekstensję (zakres). Zbiór obiektów jest kolekcją tych obiektów, do których stosuje się dane pojęcie. Na rys. 4. przedstawiono trójkę pojęciową *obiekt - intensja - ekstensja* dla mostu tymczasowego, która graficznie ilustruje sposób myślenia o tych trzech aspektach.

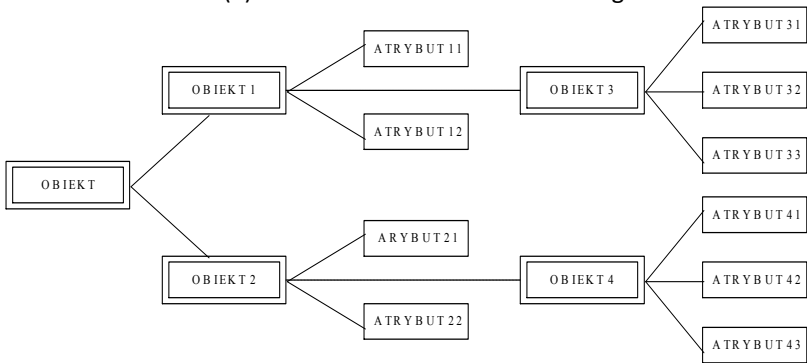
Rys. 4: Trójka pojęciowa dla mostu tymczasowego



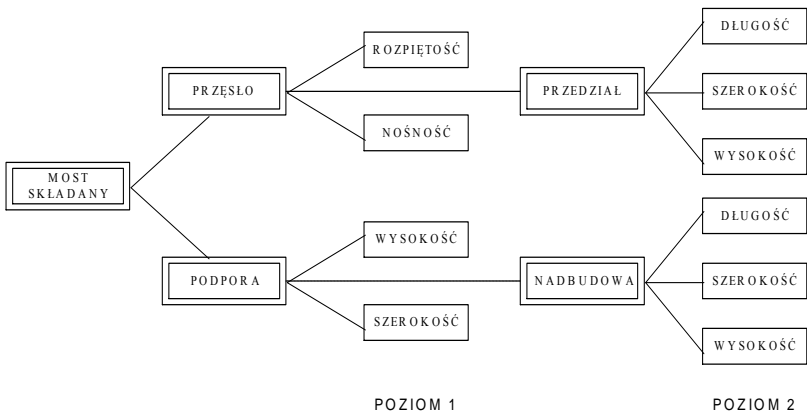
Źródło: Opracowanie własne.

Obiekt (most składany) można opisać za pomocą atrybutów, które z kolei przyjmują określone wartości. Opis obiektu w postaci diagramu zależności *obiekt – atrybut* przedstawiono na rys. 5.

Rys. 5: Diagram zależności obiekt - atrybut: (a) w ujęciu ogólnym oraz (b) w odniesieniu do mostu składanego



a)



b)

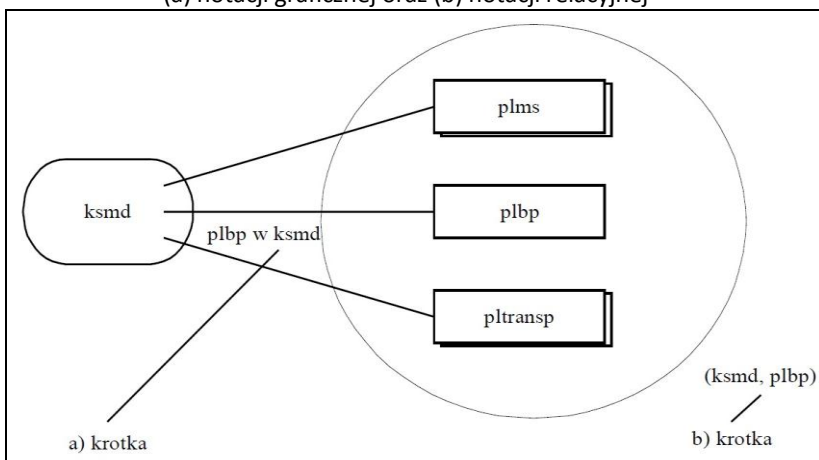
Źródło: Opracowanie własne.

Do opisywania związków między *obiektami* można użyć odpowiednich mechanizmów w postaci:

- relacji, umożliwiających traktowanie powiązań jako całości;
- odwzorowań - które przypisują obiekty jednego typu obiektom drugiego typu.

Przyjmując konkretnego (wydzielonego) wykonawcę budowy mostu, np. kompanię składanych mostów drogowych (ksmd), w ujęciu obiektowym można zapisać pewne zależności występujące między zespołami roboczymi (pododdziałami - plutonami ksmd). Przykładowo zależność powiązań, że pluton budowy podpór (plbp) wchodzi w skład kompanii składanych mostów drogowych (ksmd) można zaprezentować jak na rys. 6, natomiast relację powiązań *organizacja - sprzęt* przedstawia rys. 7.

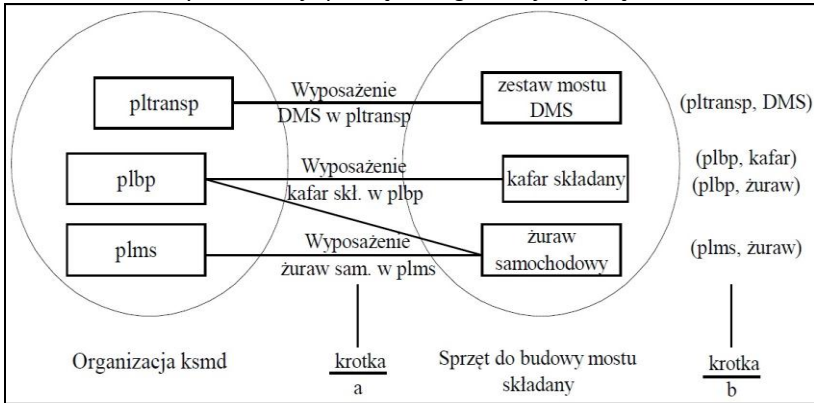
Rys. 6: Reprezentowanie związków (krotek) za pomocą:
(a) notacji graficznej oraz (b) notacji relacyjnej



Źródło: Opracowanie własne.

Krotki definiują niezmiennie połączenie obiektów. Każda krotka jest związkiem, każda relacja jest typem obiektowym, którego egzemplarzami są krotki.

Rys. 7: Relacja powiązań *organizacja - sprzęt*



Źródło: Opracowanie własne.

W notacji relacyjnej zbior krotek z rys. 7, można zapisać:

$\{(pl\ transp.,\ zestaw\ mostu\ DMS-65), (pl\ bp,\ kafar\ składany), (pl\ bp,\ żuraw\ samochodowy), (pl\ ms,\ żuraw\ samochodowy)\}$

gdzie:

- w nawiasach klamrowych wylicza się elementy zbioru;
- w nawiasach okrągłych podaje się człony elementu, czyli składowe krotki.

Ponieważ odwzorowania mogą przedstawiać wiele różnych powiązań między obiektami, stąd celowe jest ich dokładne oznaczenie, co będzie szczególnie przydatne do ograniczeń liczebności odwzorowań. Dlatego też, dążąc do uogólnienia zapisu odwzorowania relacji powiązań, w dalszych rozważaniach posłużono się notacją ograniczeń liczebności wg Martina i Odella (Roszkowski, 1998, s. 37), zgodnie z tab. 2.

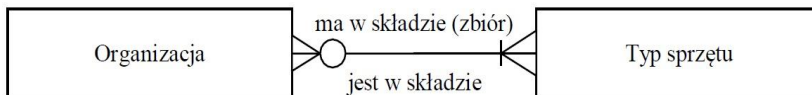
Tab. 2: Notacja ograniczeń liczebności odwzorowania

Czytając od lewej do prawej	A jest zawsze związane z jednym B	A jest zawsze związane z jednym lub wieloma B	A jest zawsze związane z żadnym lub jednym B	A jest zawsze związane z żadnym, jednym lub wieloma B
Martin/Odell				

Źródło: Opracowanie własne.

Używając powyższej notacji można ograniczyć odwzorowania przedstawione na rys. 8 w postaci zapisu:

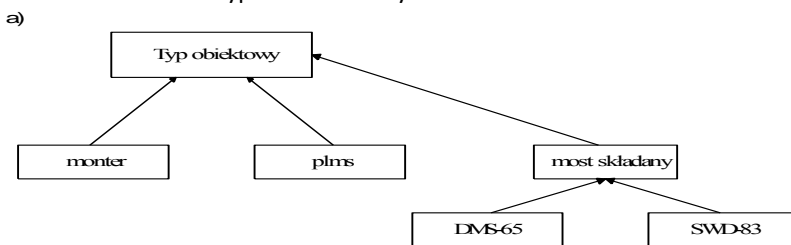
Rys. 8: Ograniczenie odwzorowań



Źródło: Opracowanie własne.

Ze względu na złożoność obiektów, branych pod uwagę przy formalizacji opisu zasobów informacyjnych z zakresu budowy mostów, dokonuje się ich klasyfikacji, uogólnienia i składania. Klasyfikowanie umożliwia stosowanie jednego pojęcia (np. typ obiektowy) do wielu pojedynczych zjawisk (np. obiektów). Na rys. 9 przedstawiono, jak za pomocą klasyfikowania można kojarzyć typy obiektowe z obiektami. Na rys. 9b pokazano, że każdy typ obiektowy (np. most składany) klasyfikuje zero, jeden lub wiele obiektów (np. mostów DMS-65). Tzn. typ obiektowy może, ale nie musi, mieć egzemplarza. Ponadto pokazano, że każdy obiekt jest egzemplarzem jednego lub więcej typów obiektowych. Zatem obiekt musi być egzemplarzem co najmniej jednego typu obiektowego.

Rys. 9: Klasyfikowanie (a) hierarchiczne oraz (b) jako relacja między typami obiektowymi a obiektami



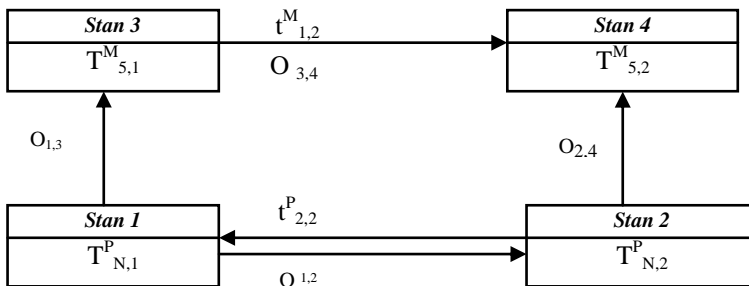
Źródło: Opracowanie własne.

Stosując inny zapis klasyfikowania obiektowego, można poprzez:

- uogólnianie – zdefiniować *obiekty* hierarchicznie (np. most wojskowy jest *nadtypem* mostu składanego, ale nie koniecznie na odwrót);
- specjalizowanie – określić *typy obiektowe* przez użycie *podtypów* (np. most wojskowy jest jednym z rodzajów mostów, a także obiektem drogowym).

W procesie budowy mostu niezmiernie ważne znaczenie będzie mieć opis stanu obiektu w czasie. W odniesieniu do budowy mostu, może to być stan obiektu w dowolnej chwili lub w konkretnym okresie czasu (stan okresowy, który można mierzyć w jednostce czasu). Korzystając ze schematu blokowego budowy DMS-65 można zapisać stany obiektu w poszczególnych okresach czasu (por. rys. 10).

Rys. 10: Zmiany stanu obiektu w czasie



Oznaczenia:

$T_{N,1}^P$ - termin zakończenia budowy pierwszej podpory pośredniej

$T_{N,2}^P$ - termin zakończenia budowy drugiej podpory pośredniej

$T_{5,1}^M$ - termin nasunięcia pierwszego przęsła na podporę

$T_{5,2}^M$ - termin nasunięcia drugiego przęsła na podporę

O - operacja

Źródło: Opracowanie własne.

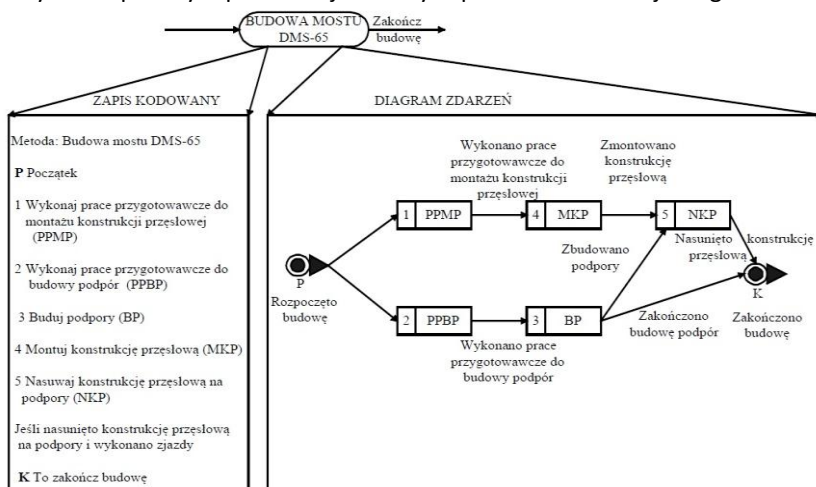
Ten zapis określa, że:

- stan 3 może nastąpić dopiero po zaistnieniu stanu 1, tzn. nasunięcie przęsła mostu na pierwszą podporę może nastąpić dopiero po wykonaniu pierwszej podpory, natomiast
- operacja $O_{1,3}$ wykonana w stanie 1 pozwala na przejście do stanu 3.

Ta forma zapisu pozwala traktować *zdarzenia* jako *obiekty*. Oznacza to, że można operować na zdarzeniach i wiązać je relacjami. Można więc przyjąć, że stan obiektu jest kolekcją powiązań obiektu z innymi obiektami lub też kolekcją atrybutów i związków dotyczących danego obiektu. Każde zdarzenie (według zasad budowy sieci zależności) ma określone stany: początkowy i końcowy, oraz jest zmianą stanu obiektu. O ile zdarzenia są zmianami stanu obiektu, to operacje dokonują tych zmian, co nie oznacza, że każda operacja musi kończyć się zdarzeniem. Np. fakt, że podpora była budowana nie świadczy o tym, że będzie wykonana.

Metodę budowy mostu składanego DMS-65 w ujęciu obiektowym, przyjęto jako specyfikację sposobu wykonywania operacji. Na rys. 11 pokazano dwa sposoby reprezentacji metody: w postaci kodowanej i diagramu.

Rys. 11: Sposoby reprezentacji metody w postaci kodowanej i diagramu



Źródło: Opracowanie własne.

Pierwszy sposób ma liniową naturę i jest dość często stosowany przez programistów. Drugiego można używać zarówno przy sekwencyjnych, jak i współbieżnych technikach specyfikacji. Analizując diagram zaprezentowany na rys. 11 można zauważyć, że aby nastąpiło jedno zdarzenie, mogą lub muszą nastąpić inne zdarzenia dotyczące innych obiektów. To oznacza, że zmiana stanu jednego obiektu może lub musi wymagać zmiany stanu wielu innych obiektów. Przykładowo, zaistnienie obiektu 5 wymaga wykonania innych obiektów 3 i 4.

Podejście obiektowe, oprócz relacyjnego, jest najczęściej wykorzystywanym sposobem reprezentowania złożoności informacyjnej systemów w etapie analizy (modelowania) systemów informatycznych. Duże zbiory danych (parametry konstrukcyjne, dane katalogowe sprzętu inżynierskiego) są udostępniane inżynierom zazwyczaj za pośrednictwem wyspecjalizowanych, dedykowanych systemów informatycznych, określanych mianem systemów baz danych. Bazy danych pełnią w praktyce inżyniera ważną rolę nie tylko z tego względu, że umożliwiają porządkowanie danych i sprawne korzystanie z nich. Dane umieszczone w strukturach relacyjnych lub obiektowych mogą być wykorzystywane nie tylko przez systemy zarządzania bazami danych (DBMS), lecz także przez różne systemy wspomaganie decyzji o charakterze algorytmicznym czy nawet przez systemy eksperckie.

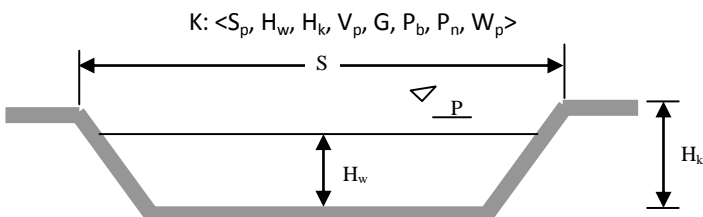
4. Modelowanie problemów analitycznych w obszarze inżynierii lądowej

Przedsięwzięcia o charakterze analitycznym w obszarze inżynierii lądowej odznaczają się nie tylko znaczną złożonością, lecz także dużą niejednorodnością. Jeśli za przykład wziąć budowę drogowego mostu składanego to jako przykłady takich analiz można wskazać m.in.:

- analizę rozwiązań konstrukcji mostu;
- analizę rozwiązań technologiczno-organizacyjnych budowy mostu;
- analizę przeszkód wodnych;
- analizę procesu technologiczno-organizacyjnego.

W każdym z powyższych przypadków można zastosować podejście systemowe oraz obiektowe. Dla przykładu: celem analizy przeszkód wodnych jest ustalenie takich klas parametrów charakteryzujących te przeszkody w rejonie budowy mostu, które w istotny sposób wpływają na warunki budowy mostów tymczasowych. Klasą modelowej przeszkody wodnej można nazwać uporządkowaną ósemkę parametrów (por. rys. 12):

Rys. 12: Atrybuty przeszkody wodnej (ujęcie modelowe)



gdzie:

- S - szerokość przeszkody wodnej [m];
- H_w - głębokość przeszkody wodnej [m];
- H_k - głębokość koryta rzeki [m];
- V_p - prędkość prądu rzeki [m/s];
- G - rodzaj gruntów (dna i brzegów);
- P_b - przewyższenie brzegów [m];
- P_m - możliwości pozyskania materiałów miejscowych;
- W_p - istnienie (lub nie) wałów przeciwpowodziowych.

Źródło: Szelka (1999, s. 49).

Co ważne, zmiana wartości nawet jednego parametru powoduje powstanie nowej klasy, ponieważ każdy z nich będzie mieć wpływ na wybór danego rozwiązania techniczno-organizacyjnego mostu.

Przykładowo, parametr S - szerokość przeszkody wodnej, będzie mieć wpływ na przyjęcie odpowiedniej liczby przęseł mostu i podpór, natomiast takie parametry, jak: H_w , H_k , V_p , G, P_b , będą w sposób istotny wpływać na wybór:

- typu podpór pośrednich i brzegowych;
- rodzaju użytego sprzętu do budowy.

Należy przy tym zauważyć zróżnicowany charakter poszczególnych parametrów. Część z nich opisywana jest ilościowo (np. H_k , V_p), inne (jak np. P_m) mają charakter jakościowy, jeszcze inne (np. W_p) opisywane mogą być poprzez wartości logiczne (False/True lub 0/1) i wówczas warianty ich rozmieszczenia można opisywać następująco:

$$W_p = \begin{bmatrix} 11 & \text{- wały z obu stron przeszkody wodnej,} \\ 10 & \text{- wał z brzegu wyjściowego,} \\ 01 & \text{- wał z brzegu przeciwległego,} \\ 00 & \text{- brak wałów} \end{bmatrix}$$

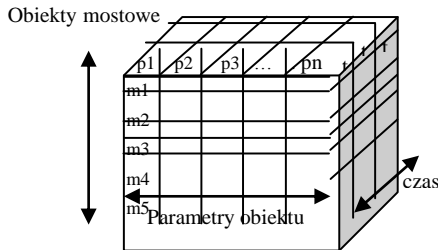
Realizacja przedsięwzięć o charakterze analitycznym, ze względu na ich wieloaspektowość, wymaga często dostępu do różnorodnych źródeł informacji (katalogowych, zagregowanych na różnym poziomie ogólności czy danych historycznych - wariantowanych czasowo). Np. przedsięwzięcia zestawienia i analizy możliwych rozwiązań dokonywane podczas wstępnego projektowania obiektu mostowego, obejmujące oprócz analiz obliczeniowych, także analizowanie schematów rozwiązań konstrukcyjnych, rozpatrywanie stanów wyjątkowych - możliwych scenariuszy awarii, analizę eko-

nomiczną i organizacyjną przedsięwzięcia, wymagają złożonych, różnorodnych zasileń informacyjnych.

Ponadto, przy analizowaniu warunków funkcjonowania projektowanego obiektu, zasadne wydaje się wykorzystanie opisu warunków środowiskowych, oceny rodzaju gruntów, a także różnego rodzaju agregatów danych (dotyczące natężenia ruchu czy masy przewożonych towarów w określonych interwałach czasowych). Okazuje się, że w takich przypadkach (liczne źródła danych, znaczna liczba agregatów danych, dane wariantowane historycznie lub przestrzennie) powszechnie wykorzystywane w modelowaniu informacyjnym struktury tablicowe, relacyjne czy obiektowe często nie mogą być uznane za wystarczające. „Wielowymiarowość” analiz skłania do poszukiwania innych modeli organizacji danych, bardziej efektywnych niż struktury „dwuwymiarowe”.

Pożądane efekty można uzyskać stosując bardziej rozbudowane modele, w tym np.: model kostek, płątka śniegu, gwiazdy czy konstelacji faktów (Sroka, Wolny, 2009, s. 210). Przykład struktury w postaci kostki w odniesieniu do obszaru budowy obiektu mostowego przedstawiono na rys. 13.

Rys. 13: Wykorzystanie struktury wielowymiarowej do przechowywania informacji o obiektach mostowych

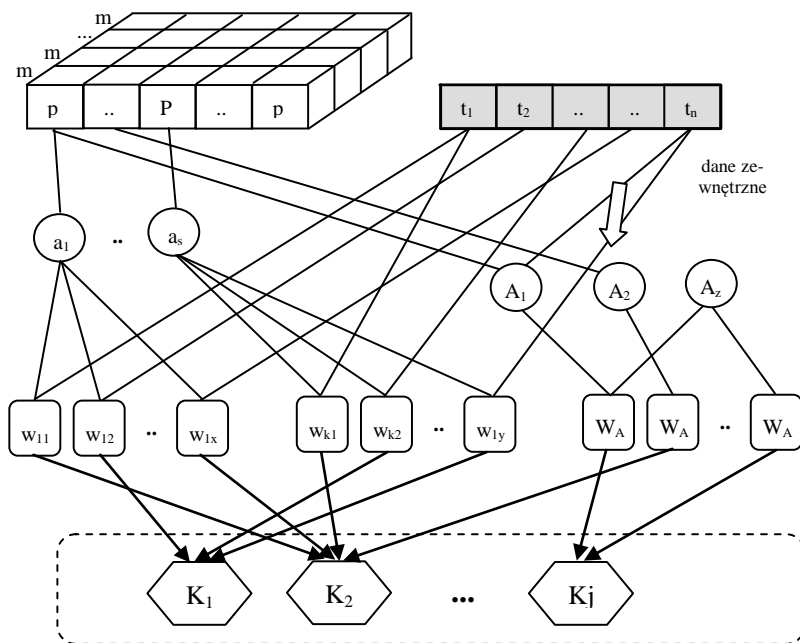


Źródło: Opracowanie własne.

Wielowymiarowość organizacji danych uzyskuje się, uzupełniając podstawową, dwuwymiarową strukturę, nazywaną tabelą faktów o kolejne wymiary (struktury tablicowe), określane jako wymiary kryteriów (np. czas, rejon - lokalizacja). W przykładzie zaprezentowanym na rys. 13. tabelę faktów stanowią wymiary: *obiekty mostowe* oraz *parametry obiektu*. Pojedynczy wiersz tej tabeli obejmuje informacje o wybranych atrybutach (parametrach) jednego, unikalnego w całej tabeli, obiektu mostowego. Kolekcja wierszy tej tabeli obejmuje kompletny zbiór informacji o wszystkich obiektach tego typu.

Dodatkowy wymiar (czas) umożliwia uzyskanie dostępu do historii stanów obiektów mostowych w zakresie parametrów (p_1, \dots, p_n), w określonych momentach (lub przedziałach) czasowych. Model taki pozwala ponadto na sprawne tworzenie różnorodnych wskaźników statystycznych (agregację) czy filtrowanie danych. Uproszczony proces wypracowywania konkluzji dla problemu analitycznego przy użyciu wielowymiarowych struktur danych zaprezentowano na rys. 14.

Rys. 14: Wykorzystanie wielowymiarowych struktur danych w wypracowywaniu rozwiązania problemu analitycznego



gdzie:

- $p_1 \dots p_m$ – parametry obiektów mostowych
- $t_1 \dots t_n$ – pojedynczy wymiar kryteriów (czas, lokalizacja itp.)
- $a_1 \dots a_s$ – atrybuty szczegółowe
- A_1, A_2, A_s – agregaty danych
- w_{xy} – wartości atrybutów szczegółowych
- W_{Ax} – wartości zagregowane
- $K_1 \dots K_z$ – konkluzje

Źródło: Opracowanie własne.

W rozwiązywaniu rzeczywistych problemów analitycznych z zakresu budowy obiektów drogowych tabela faktów nie będzie identyfikowana jedynie ze zbiorem parametrów (atrybutów) obiektów mostowych. W tej samej, nieznormalizowanej tabeli zawarte mogą być również informacje o elementach składowych obiektów mostowych: przęsłach, podporach itd.).

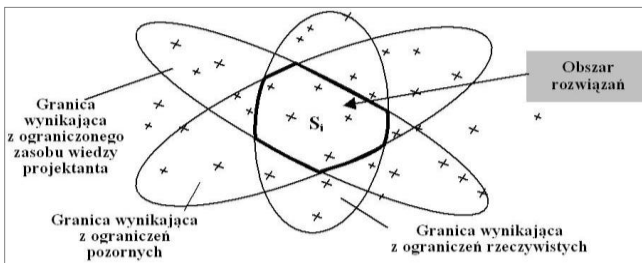
5. Modelowanie problemów decyzyjnych w obszarze inżynierii lądowej

Niezależnie od typu problemu inżynierskiego, dobór metod, technik i narzędzi jego racjonalnego rozwiązania zawsze powinien być poprzedzony identyfikacją oraz analizą problemu. Analiza, oprócz ogólnej charakterystyki problemu, umożliwia (Penc, 1996, s. 89):

- określenie źródeł informacji;
- szczegółowe zdefiniowanie problemu;
- określenie możliwości wspomaganie rozwiązania problemu.

Kryteria, na podstawie których następuje wybór najlepszego rozwiązania powinny być ustalone już na etapie analizy, ponieważ w fazie dalszych rozważań zmieniają się tylko nieznacznie. W zależności od rodzaju problemu: niezawodność, bezpieczeństwo, łatwość obsługi itp., występują niemal we wszystkich przypadkach. Tym, co może natomiast zmieniać się zasadniczo, jest ich względna ważność. Kryterium dominujące wpływa zdecydowanie na preferowanie pewnych wariantów rozwiązania. Istotę wydzielenia obszaru rozwiązań przedstawiono na poniższym rys.

Rys. 15: Obszar rozwiązań problemu inżynierskiego



Źródło: Krick (1975).

Korzystając z rys. 15 można zestawiać informacje, które należy brać pod uwagę przy szczegółowej analizie problemu. Np. w odniesieniu do mostu składanego mogą to być ograniczenia:

- zasobu wiedzy w zakresie danych z rozpoznania rejonu budowy mostu czy możliwości wykonawcy w danym czasie;
- rzeczywiste, wynikające z niemożności przepuszczenia żądanych obciążeń przy danej rozpiętości przęsła;
- pozorne, które mogą mieć miejsce przy odbudowie tymczasowej mostów zniszczonych po klęskach powodziowych.

W oparciu o posiadane zasoby informacyjne należy znaleźć taką konstrukcję wartości zmiennych rozwiązania S_1, S_2, \dots, S_n , która pozwala zmaksymalizować wartość C oraz spełnia wszystkie założenia i ograniczenia. Zmienna rozwiązania jest zmienną niezależną. Przy braku ograniczeń projektant może dowolnie dobierać różne jej wartości i badać, jak wpływa to na kryterium. Zadaniem projektanta (decydenta) jest takie dobranie zmiennych rozwiązania, żeby C było racjonalne i jednocześnie zgodne ze wszystkimi wymaganiami i ograniczeniami. W odniesieniu do budowy mostu może to być:

- ograniczenie (wymaganie stawiane rozwiązaniu), które ustala np. minimalną szerokość mostu czy czas budowy przeprawy mostowej;
- zmienna rozwiązania (zmienna niezależna) dotyczy np. parametrów konstrukcji;
- kryterium (zmienna zależna) - limituje dopuszczalne wartości danego kryterium np. nośności mostu.

Jako metody selekcji rozwiązań, w zależności od typu problemu (algorytmiczny, heurystyczny), można wyróżnić: metody badań operacyjnych, stałe kontrastowanie cech (ANKOT), metody probabilistyczne. Pomimo pewnych specyficznych cech poszczególnych problemów, niemal we wszystkich przypadkach proces podejmowania racjonalnej decyzji powinien obejmować następujące fazy:

- dobór kryteriów oceny i ustalenie hierarchii ich ważności;
- wyspecyfikowanie przewidywanych cech poszczególnych rozwiązań ze względu na powyższe kryteria;
- porównanie rozwiązań na podstawie przewidywanych cech;
- wybór ostatecznego, możliwie najprostszego rozwiązania.

Przykładowo, poszukując racjonalnych rozwiązań do podjęcia decyzji budowy (wybranego lub narzuconego przez decydenta) mostu tymczasowego, można posługiwać się typologią mostów tymczasowych i rozwiąza-

niami konstrukcyjno-technologicznymi. W przypadku niedostępności informacji (niepełności lub niepewności) należy przeanalizować metody ich zastąpienia. Może to wymagać eksperymentów symulacyjnych lub zastosowania metod matematycznych, statystycznych lub rachunku prawdopodobieństwa.

Powyższe przesłanki powodują, że możliwości decydenta (projektanta, wykonawcy) w zakresie transformacji informacji są ograniczone. Należy zwrócić uwagę, że w przypadku przedsięwzięć inżynierskich decydent będzie często dążył do osiągnięcia efektu tzw. ograniczonej racjonalności swoich działań, oznaczającej znalezienie rozwiązania „satysfakcjonującego”, a nie „optymalnego”. Taki sposób rozwiązywania problemów inżynierskich może być właściwy zwłaszcza dla sytuacji kryzysowych, charakteryzujących się różnego typu ograniczeniami (czasu, sił, środków). Osiągnięcie rozwiązania „zadowalającego” kończy proces zbierania informacji i generowania rozwiązań.

Znaczna część problemów decyzyjnych w obszarze budownictwa może być jednak zakwalifikowana do zagadnień o znanej strukturze, dla których można zastosować metody algorytmiczne (np. przetwarzania numerycznego). Przykładem tego typu problemów mogą być zadania optymalizacyjne (minimalizowanie kosztów transportu czy wyznaczanie ścieżki krytycznej dla przedsięwzięcia budowy mostu). Do problemów decyzyjnych o znanej strukturze można zaliczyć także zadania o charakterze ekonomicznym (rozwiązywane w oparciu o modele ekonometryczne) i prognostycznym, jednak tylko wówczas, gdy udaje się rozpoznać postaci funkcji opisujących rozpatrywane zjawiska.

Dla opisywanych wyżej przypadków, rozwiązanie problemu poprzedzone może być konstrukcją formalnego modelu o charakterze informacyjnym, optymalizacyjnym, ekonometrycznym czy prognostycznym. Może on mieć postać konstrukcji matematycznych (układy równań, nierówności) czy opracowania graficznego (np. diagram ERD, sieć PERT), a do jego skonstruowania wykorzystuje się rozpoznane i zweryfikowane, formalne zasady obowiązujące dla tego typu modelu. Dla wielu rodzajów problemów samą procedurę (algorytm) ich rozwiązania można uznać za rozpoznaną i sformalizowaną (np. algorytm Simpleks czy wyznaczanie prognozy dla zjawisk z tendencją rozwojową w oparciu o analizę szeregów czasowych).

Można jednak wskazać znaczną liczbę problemów decyzyjnych z obszaru budownictwa, których struktura nie należy do dobrze rozpoznanych. Przykładem może być choćby problem prognozowania stanu technicznego mostu. Funkcje opisujące zużycie poszczególnych elementów mostu dla

zadanych momentów czasowych mają zazwyczaj charakter nieliniowy, a ich postacie, uzależnione od wielu czynników (np. warunków eksploatacji), są trudne do identyfikacji. W konsekwencji przyjmuje się zadawalającą (ze względu na poziom dopasowania do danych empirycznych) postać funkcji i najczęściej sprowadza się ją, dla uproszczenia modelu, do postaci liniowej.

Losowość zjawisk może również w znaczący sposób utrudnić (lub uniemożliwić) sformułowanie analitycznej postaci modelu przedsięwzięcia z zakresu zarządzania obiektami mostowymi. Np. losowość związana z przedsięwzięciami transportowymi w trakcie budowy obiektu inżynierskiego może sprawić, że nie można sformułować „dobrego” modelu o charakterze optymalizacyjnym. Rozwiązanie tego typu problemów uzyskiwane jest często w oparciu o modele symulacyjne. Seria eksperymentów, zaplanowanych na danych modelowych pozwala na tyle dobrze rozpoznać rzeczywisty system, aby móc wyciągnąć prawidłowe wnioski, dotyczące jego zachowania się w określonych warunkach, czy jego przyszłych stanów.

Problemami o słabo rozpoznanej strukturze nazywa się także wszelkie takie problemy, dla których parametry modelu mają charakter jakościowy. Trudność w wyrażeniu tych parametrów przy pomocy wielkości liczbowych sprawia, że zadanie nie może być rozwiązane metodami analitycznymi.

Znaczna, potencjalna ilość przypadków problemów decyzyjnych o opisanych wyżej własnościach sprawia, że problemy o słabo rozpoznanej strukturze należy potraktować jako ważną kategorię zadań w obszarze zarządzania przedsięwzięciami inżynierskimi, głównie ze względu na ograniczone możliwości w zakresie metod, technik i technologii (w tym informatycznych) wspomagających ich rozwiązanie. Do takich metod można zaliczyć np. metody symulacyjne czy heurystyczne.

Spośród różnorodnych rozwiązań możliwych do wykorzystania w opisanym wyżej przypadku, za dość dobrze rozpoznaną i weryfikowaną z powodzeniem w praktyce, można uznać metody obejmujące przygotowanie (pozyskanie i formalizację) oraz wykorzystanie wiedzy eksperckiej (Kisielnicki, Sroka, 2001, s. 191). Wiedza ekspercka stanowi specyficzne odwzorowanie faktów, zjawisk, stanów obiektów i relacji między nimi. Powinna ona opisywać zarówno obszary statyki, jak i dynamiki danej dziedziny. Opis statyczny obejmuje wydzielenie istotnych dla dziedziny kategorii, zwanych obiektami, określanie atrybutów tych obiektów oraz relacji pomiędzy poszczególnymi obiektami. Tworzenie takiego opisu w pewnym stopniu pokrywa się z klasycznym modelowaniem struktur baz danych. Dla przykładu budownictwa mostowego obiektami takimi mogą być przęsło czy podpora, charakteryzowane grupami atrybutów (dla przęsła to np.: rozpiętość, no-

śność). Dynamikę dziedziny wyraża się zwykle za pośrednictwem faktów, dotyczących wydzielonych obiektów, czy też procedur (algorytmów), opisujących funkcjonowanie wybranych obszarów dziedziny (np. algorytm obliczania ogólnego czasu budowy mostu). Niejednorodny charakter wiedzy z zakresu budownictwa mostowego objawia się także w tym, że z jednej strony, jest to wiedza głównie w postaci faktów, bezpośrednio związana z budową mostów i stanowiąca w istocie bazę danych o problemie, a z drugiej strony - jest to wiedza związana ze sposobem przetwarzania wiedzy faktograficznej.

Ponadto należy zauważyć, że wiedza pozyskiwana od ekspertów, w tym także w obszarze budownictwa mostowego, jest zwykle wiedzą niepełną i niepewną. O ile podejście heurystyczne z założenia dopuszcza niepełność źródeł informacji dla procesu decyzyjnego, o tyle niepewność wiedzy skłania do poszukiwania metod i narzędzi logiki, uwzględniających jej poziom. Można zastosować do tego celu np. współczynniki pewności - *CF* (*ang. Certainly Factors*), rachunek probabilistyczny czy logikę rozmytą. Należy jednak zaznaczyć, że w praktyce inżynierskiej, wobec trudnych do przewidzenia skutków uwzględniania niepewności, często świadomie stosuje się podejście deterministyczne, co dodatkowo znacząco upraszcza model wnioskowania.

W procesie tworzenia bazy wiedzy można wydzielić dwie fazy. Pierwsza obejmuje przedsięwzięcia identyfikacji i konceptualizacji (określenie zakresu i kontekstu przedsięwzięcia decyzyjnego), a faza druga - formalizację, implementację oraz testowanie wiedzy (działania modelowe i implementacyjne w zakresie pozyskanej wiedzy oraz jej testowanie).

Pozyskiwanie wiedzy jest procesem jej wyodrębniania z dostępnych źródeł wiedzy. Sposoby realizacji tego przedsięwzięcia zależą przede wszystkim od wykorzystywanych źródeł informacji. Strategia ekstrakowania wiedzy musi być powiązana z dziedziną przedmiotową.

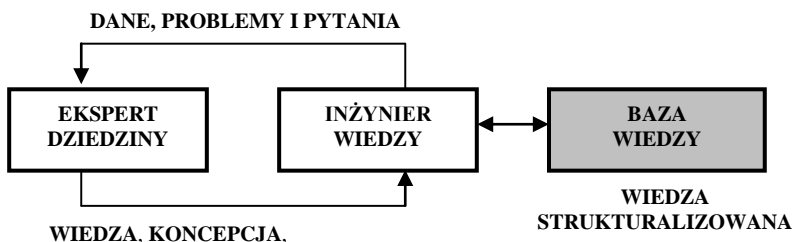
W przypadku budownictwa mostowego źródeł wiedzy dziedzinowej jest zwykle kilka i mogą obejmować jednocześnie np.:

- wywiady z kadrą inżynierską, wyspecjalizowaną w zakresie budowy obiektów mostowych;
- opracowania z badań inżynierskich ze sprzętem mostowym;
- projekty techniczno-organizacyjne obiektów mostowych.

Pozyskiwanie i przetwarzanie wiedzy należy do zadań inżyniera wiedzy. Jest on odpowiedzialny zarówno za ekstrakowanie wiedzy pochodzącej od eksperta, jak i pochodzącej z innych źródeł.

Tworzenie bazy wiedzy systemu jest procesem wieloetapowym, często rekurencyjnym, w który zaangażowani są, oprócz ekspertów, inżynier wiedzy, a czasami także analitycy systemowi. Proces akwizycji wiedzy pokazano na rys. 16.

Rys. 16: Typowy proces akwizycji wiedzy



Źródło: Sroka, Wolny (2009, s. 174)

Pozyskaną wiedzę, mimo różnic w jej charakterze, należy następnie sformalizować, używając jednolitych systemów notacji. Jednolitość notacji wydaje się szczególnie istotnym warunkiem spójności całej bazy wiedzy, a także jej skalowalności. Zasadniczym dylematem związanym z reprezentowaniem wiedzy jest wybór techniki jej odzwierciedlenia zarówno w zakresie faktów, jak i reguł.

Do formalnej reprezentacji faktów najczęściej wykorzystuje się trójki <OBIEKT>, <ATRYBUT>, <WARTOŚĆ> (Kwiatkowska, 2007, s. 47). Odwzorowanie polega tu na statycznym ujęciu zależności między wyodrębnionymi obiektami a właściwościami tych obiektów.

W przypadku formalizacji reguł można wykorzystać: ramy (reprezentacja proceduralno-deklaratywna), sieci semantyczne (reprezentacja deklaratywna) oraz reguły decyzyjne. Reguły wyrażają nie tylko zależności między procesami, lecz także zawierają w sobie dynamikę przyczyn i skutków, tzn. określają, kiedy są wywoływane operacje. Na przykład w odniesieniu do budowy mostu DMS-65 regułę można wyrazić w postaci:

Jeżeli (if) Budujesz podporę pośrednią SPS-69 na wodzie,

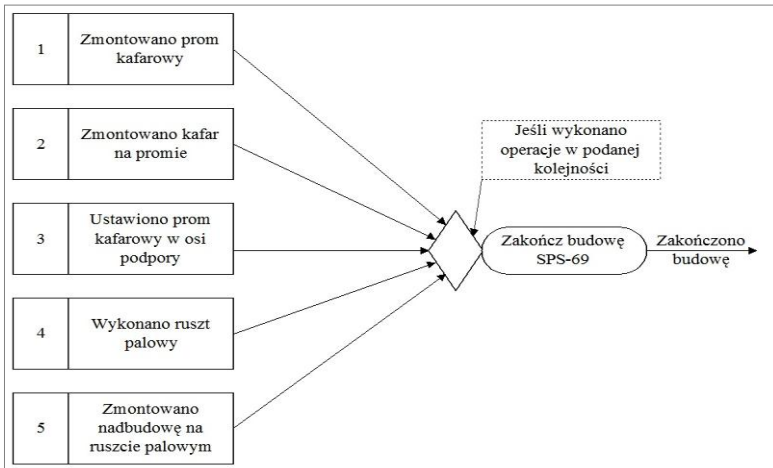
To (then) Wykonaj kolejne operacje:

- 1) *zmontuj prom kafarowy;*
- 2) *zmontuj kafar na promie;*

- 3) *ustaw prom kafarowy w osi podpory;*
- 4) *zbuduj ruszt palowy;*
- 5) *zmontuj nadbudowę ramową.*

Jak wynika z podanego przykładu, reguła może powodować wielokrotne wywołania różnych operacji. Może także wywoływać tę samą operację wiele razy (np. wbijanie kolejnych pali podpory, używając pętli stosowanych w diagramach. Z zapisu reguły wynika, że muszą być spełnione pewne warunki sterujące, aby proces został zakończony. W odniesieniu do podanego uprzednio przykładu warunki sterujące można zapisać jak na rys. 17.

Rys. 17: Sposób wyrażenia wielokrotnych warunków sterujących



Źródło: Opracowanie własne.

Forma zapisu warunków sterujących może być różna. Zwykle spotykany jest zapis warunków w postaci dysjunkcyjnej, co wyraża się typowym zapisem reguły „jeżeli ..., to ...”. Analizowany przypadek budowy podpory składanej SPS-69, przedstawiony na rys. 17, można zapisać:

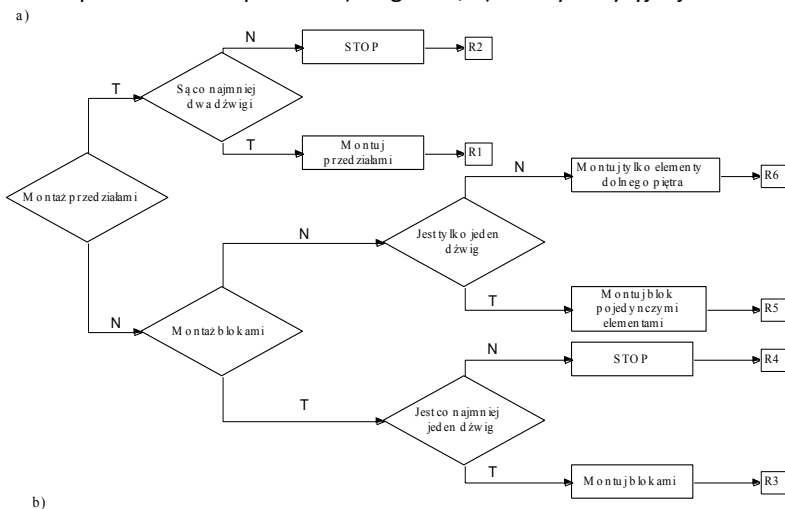
Jeżeli *spełniono*

**warunek 1
i warunek 2
i warunek 3
i warunek 4
i warunek 5**

to ... zakończ budowę podpory.

Na poniższym rysunku pokazano reguły zapis, dotyczący montażu konstrukcji przęsłowej mostu DMS-65 z przedziałami, w postaci diagramu i tablicy decyzyjnej.

Rys. 18: Reguły zapis montażu konstrukcji przęsłowej DMS-65 przedziałami w postaci: a) diagramu, b) tablicy decyzyjnej



		Odcinki		Pozycje reguł					
				R1	R2	R3	R4	R5	R6
JEZELI:	W	Czy montaż przedziałami		T	T	N	N	N	N
	A	Czy są co najmniej dwa dźwigi		T	N	-	-	-	-
	R	Czy montaż blokami		-	-	T	T	N	N
	U	Czy montaż pojedynczymi elementami		-	-	-	-	T	T
	N	Czy jest co najmniej jeden dźwig		-	-	T	N	-	-
	K	Czy jest tylko jeden dźwig		-	-	-	-	T	N
TO:	C	STOP - zakaz montażu		-	X	-	X	-	-
	Z	Montuj	przedziałami	X	-	-	-	-	-
	Y		blokami	-	-	X	-	-	
	N		pojedynczymi elementami	-	-	-	-	X	-
	O		tylko elementy dołnego piętra	-	-	-	-	-	X
S									
C									
I									

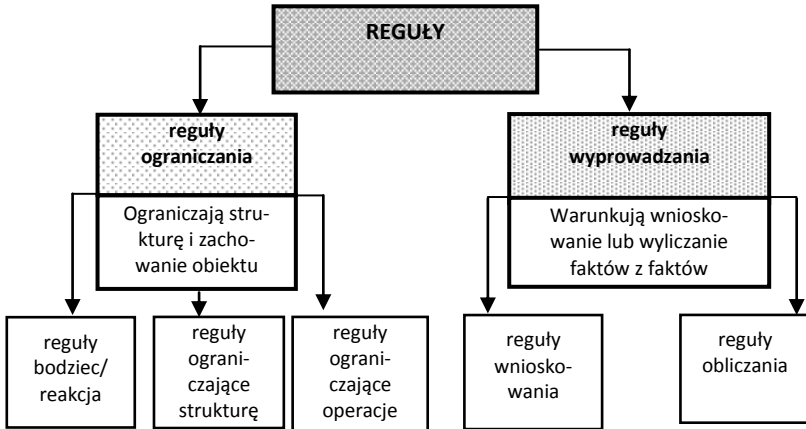
Źródło: Opracowanie własne.

Wykorzystanie reguł decyzyjnych do reprezentacji wiedzy z zakresu budownictwa mostowego wydaje się szczególnie zasadne. Przemawia za tym nie tylko duża przejrzystość elementarnych porcji wiedzy zapisanych przy użyciu tej techniki, ale także łatwość ich modyfikacji i fakt, że jest to

forma powszechnie akceptowana przez większość szkieletowych systemów eksperckich (Kwiatkowska, 2007, s. 45).

Reguły umożliwiają definiowanie nie tylko zależności przyczynowo-skutkowych między zdarzeniami czy operacjami, jakie zachodzą w procesie budowy mostu, lecz także umożliwiają kontrolę dynamiki przyczyn i skutków, tzn. określają, kiedy są wywoływane operacje. Najbardziej czytelny wydaje się zapis reguły w języku naturalnym i może on być z powodzeniem wykorzystywany w przypadku reprezentacji wiedzy z zakresu budownictwa mostowego. Reguły wyrażone w takim języku mogą mieć różne konstrukcje, w zależności od typu reguły (por. poniższy rysunek).

Rys. 19: Klasyfikacje reguły wyrażonych w języku naturalnym



Źródło: Gray (1992).

Przykładowo, reguły ograniczające strukturę mogą mieć następujące postaci:

- reguła ograniczająca wartość atrybutu:
ZAWSZE MUSI ZACHODZIĆ, ŻE
Nośność mostu DMS-65 musi być co najmniej 150 kN
- reguła ograniczająca liczbę obiektów:
ZAWSZE MUSI ZACHODZIĆ, ŻE
Liczba przęseł o długości l_{max} z jednego zestawu mostu nie może być większa od 3.

Najczęściej jednak wykorzystuje się reguły wnioskowania. Pojedyncza reguła tego typu to konstrukcja:

„JEŻELI (IF) *przesłanki*, TO (THEN) *konkluzje*”

Przykładowo:

JEŻELI *Budujesz podporę pośrednią SPS-69 na wodzie,*

TO *Wykonaj kolejne operacje:*

- 1) *zmontuj prom kafarowy;*
- 2) *zmontuj kafar na promie;*
- 3) *ustaw prom kafarowy w osi podpory;*
- 4) *zbuduj ruszt palowy;*
- 5) *zmontuj nadbudowę ramową.*

Formalizacja zapisu faktów może polegać na nadaniu im postaci zdań składających się z pojedynczych predykatów, opatrzonych oznacznikiem identyfikującym dany obiekt. Przykładowo, w bazie wiedzy SE mogą występować fakty identyfikowane przy budowie podpór palowo-ramowych:

F1: montuje (x, elementy nadbudowy)

- gdzie x: 1./ dźwig (na brzegu, na suchodołach)
2./ dźwig na specjalnym promie
3./ podnośnik urządzenia kafarowego

F2: wbija (x, pale rusztu podpory)

- gdzie x: 1./kafar RMK-3
2./kafar KDM-2M
3./kafar KP-2

każdy z kafarów może być montowany na gruncie lub na różnych promach kafarowych.

Fakt F1 oznacza, że *dźwig lub podnośnik - montuje - elementy nadbudowy*

- ⇒ montuje - jest w tym przypadku nazwą predykatu, a obiekt dźwig i elementy nadbudowy są argumentami (stałe alfanumeryczne);
⇒ zmienna x może przyjmować tylko trzy argumenty, aby zdanie było prawdziwe.

Formalnie zapisaną wiedzę należy następnie zaimplementować w wybranym systemie eksperckim. Etap implementacji obejmuje wszystkie zasoby informacyjne, składające się na bazę wiedzy, a więc: bazę reguł decyzyjnych, bazę faktów i ewentualnie bazy danych - w tym zewnętrzne.

Zbiór ostatecznych konkluzji musi zostać wyspecyfikowany przez eksperta, a zadaniem systemu jest tylko dokonanie wyboru właściwego elementu z tego zbioru. Wśród różnorodnych rozwiązań w zakresie reprezentowania wiedzy w systemach eksperckich (reguły, sieci semantyczne, ramy) na szczególną uwagę zasługują systemy regułowe, ze względu na prostotę zapisu wiedzy oraz przejrzystość konstrukcji.

6. Podsumowanie

Analizując przedsięwzięcia informacyjno-decyzyjne w obszarze inżynierii lądowej można uznać, że mamy w tym przypadku do czynienia z procesami niejednokrotnie niepowtarzalnymi, niejednorodnymi zarówno w sferze kategorii problemów analitycznych czy decyzyjnych, jak i rodzajów zasobów informacyjnych, wykorzystywanych w ich realizacji. Konieczność postrzegania procesów cząstkowych w kontekście całego przedsięwzięcia, przy jednoczesnej potrzebie informatycznego wspomaganie tych przedsięwzięć, wymusza poszukiwanie jednorodnego sposobu podejścia do poszczególnych problemów, a także spójnego sposobu organizacji i formalizacji zasobów informacyjnych. Tylko przy uwzględnieniu takich warunków możliwa jest realizacja przedsięwzięć niejednorodnych, o zróżnicowanym poziomie ustrukturyzowania czy losowości.

Spośród dostępnych kategorii podejść umożliwiających zarówno modelowanie sytuacji problemowej, jak i organizację zasobów informacyjnych w zakresie przedsięwzięć inżynierskich można wskazać podejście holistyczne, ze szczególnym zwróceniem uwagi na notacje obiektowe.

Szczególne znaczenie takiego podejścia w obrębie modelowania informacyjno-decyzyjnego polega na możliwości budowania i wykorzystywania jednorodnych notacji obiektowych zarówno w modelowaniu złożonych problemów informacyjnych, jak i różnorodnych problemów decyzyjnych, w tym - charakterystycznych dla sytuacji kryzysowych - problemów uznawanych za źle ustrukturyzowane. Co ważne, przy użyciu notacji typu <OBIEKT>, <ATRYBUT>, <WARTOŚĆ>, można także precyzyjnie modelować zasoby informacyjne o znacznej złożoności, niezbędne do realizacji wielowymiarowych analiz inżynierskich. Różnorodność problemów inżynierskich oraz z tym związanych kategorii zasileń informacyjnych, niezbędnych do ich rozwiązywania, nie musi oznaczać konieczności stosowania różnych, niespójnych notacji w zakresie organizacji i formalizacji tych zasobów. Wydaje się to szczególnie ważne w kontekście konieczności zachowania ciągłości

złożonych procesów informacyjno-decyzyjnych, zwłaszcza w warunkach ich informatycznego wspomagania.

LITERATURA

- Bojarski W., Podstawy analizy i inżynierii systemów. PWN, Warszawa 1984.
- Januszewski A, Funkcjonalność informatycznych systemów zarządzania. Tom 1 i 2, PWN, Warszawa 2008.
- Kisielnicki J., Sroka H., Systemy informacyjne biznesu, Placet, Warszawa 2005.
- Krick E. V., Wprowadzenie do techniki i projektowania technicznego. WN-T, Warszawa 1975.
- Kwiatkowska M., Systemy wspomagania decyzji. PWN, Warszawa 2007.
- Penc J., Decyzje w zarządzaniu. Wydawnictwo Profesjonalnej Szkoły Biznesu, Kraków 1996.
- Projekt badawczy, grant KBN nr OTOOA 00519, Akwizycja wiedzy w systemach eksperckich wspomagających odbudowę tymczasową dróg i mostów zniszczonych przez falę powodziową. Kierownik projektu: Janusz Szelka, WSOWLąd, Wrocław 2003.
- Robertson J, Robertson S., Pełna analiza systemowa. WN-T, Warszawa 1999.
- Roszkowski J., Analiza i projektowanie strukturalne. Helion, Warszawa 1998.
- Sroka H., Wolny W. (red), Inteligentne systemy wspomagania decyzji. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Katowicach, Katowice 2009.
- Szelka J., Obiektowy zapis wiedzy w systemach eksperckich wspomagających budowę mostów wojskowych. WAT, Warszawa 1999.
- Gray P.M.D.,Kulkarni K.G.,Paton N.W.:Object-Oriented Databases: A Semantic Data Model Approach. Prentice Hall, New York, 1992.

ANALIZA STRATEGICZNA W MODELOWANIU ROZWOJU SIŁ ZBROJNYCH RP

STRATEGIC ANALYSIS IN MODELLING THE DEVELOPMENT OF THE POLISH ARMED FORCES

Marek Strzoda*

Abstract

The Strategic Defence Review (SDR) is a strategic analysis of the Polish Armed Forces that was performed as part of the process of planning their development. The aim of the Review was to define the directions of the Polish Armed Forces' transformation in the perspective of 25 years. This task was executed by: 1) identifying factors that are relevant to national defence, including challenges generating opportunities or threats; 2) interpreting future requirements for the Polish Armed Forces - future conditions of their use, determinants of their development and tasks assigned to them; 3) defining directions of the Polish Armed Forces' development - identification of desired operational capabilities, priority and possible variants of strategic action and risk connected with implementation of these variants.

1. Wstęp

Siły Zbrojne RP stanowią ważny element funkcjonowania państwa. Ich rola oraz potencjał powodują, że coraz większego znaczenia nabierają to, w jaki sposób następuje modelowanie ich rozwoju. Jest to szczególnie istotne w odniesieniu do zewnętrznych warunków ich funkcjonowania oraz wymagań wewnętrznych. Zwrócenie się ku przyszłości Sił Zbrojnych RP wymaga przeanalizowania przemian, jakie będą dokonywać się w kolejnych latach w ich otoczeniu i jakie będą wobec nich wymagania państwa. Wynika stąd konieczność przyjęcia w planowaniu ich rozwoju filozofii zarządzania przyszłością.

W styczniu bieżącego roku w Ministerstwie Obrony Narodowej zakończony został Strategiczny Przegląd Obronny 2010-2011 (SPO). Jego celem było wskazanie strategicznego kierunku transformacji¹ Sił Zbrojnych RP

* dr Marek STRZODA, Wyższa Niepaństwowa Szkoła Pedagogiczna w Białymstoku.

¹ Transformacja - ciągły i proaktywny proces rozwijania i wdrażania nowatorskich koncepcji, doktryn i możliwości w celu poprawy efektywności i interoperacyjności Sił Zbrojnych RP.

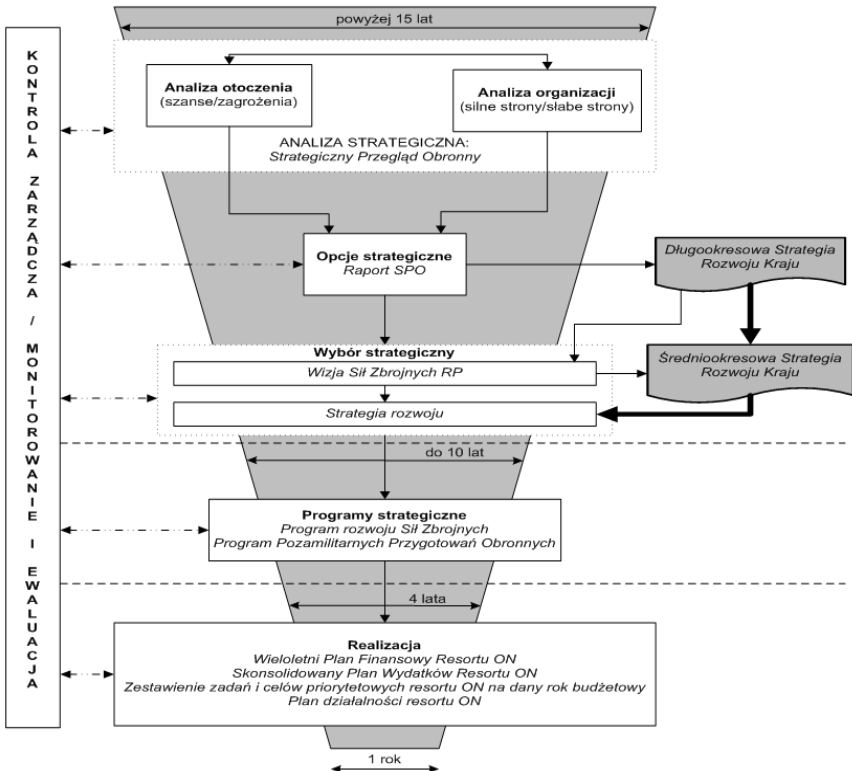
w perspektywie 25 lat, a w konsekwencji opracowanie wizji stanowiącej punkt wyjścia do planowania rozwoju armii w kolejnym, rozpoczynającym się obecnie cyklu planistycznym.

Realizując SPO, a szczególnie opracowując Raport końcowy, przyjęto spojrzenie na Siły Zbrojne, jak na organizację, chociaż o pewnych specyficznych i wyjątkowych cechach. Organizację, która posiada określony potencjał, czyli zestaw mocnych stron i ograniczeń rozwojowych i która funkcjonuje w otoczeniu, oddziałującym na nią poprzez perspektywę szans i zagrożeń. Dzięki takiemu podejściu możliwe było przeprowadzenie analizy strategicznej, analogicznej do tego, jak jest to realizowane w sektorze cywilnym. Na tym tle, Strategiczny Przegląd Obrony, który w swym założeniu inicjuje i wspiera zarządzanie przyszłością Sił Zbrojnych RP, jest wkładem w rozwój państwa.

2. Model zarządzania rozwojem Sił Zbrojnych RP

Analiza strategiczna to analiza otoczenia i samej organizacji oraz badanie ich wzajemnych relacji. Jest pierwszym krokiem do określenia długoterminowej wizji, a następnie zbudowania strategii rozwojowej, która wytycza cele strategiczne i pokazuje sposób ich osiągnięcia. Kolejnym krokiem jest opracowanie programu rozwoju oraz jego finansowanie poprzez budżet zadaniowy. Dzięki zastosowaniu takiego podejścia możliwe jest efektywne wydatkowanie środków finansowych, a także monitorowanie i ewaluacja osiągnięcia celów strategicznych. Podejście takie umożliwia opracowanie modelu umożliwiającego właściwe kreowanie rozwoju Sił Zbrojnych RP (por. rys. 1). Jest także zgodne z założeniami ujętymi w ustawie o prowadzeniu polityki rozwoju.

Rys. 1: Projekt modelu zarządzania rozwojem Sił Zbrojnych RP



Źródło: Materiały Zespołu Analiz Strategicznych Departamentu Transformacji MON.

Wskazując na użyteczność analizy strategicznej Sił Zbrojnych RP, jako elementu inicjującego ich rozwój, wskazać należy, że powinien być on traktowany, jako ekspercka podstawa całego procesu planowania obronnego oraz być punktem wyjścia do opracowania kolejnych dokumentów strategicznych - wizji, strategii oraz programu. Nie jest to kwestia wypełnienia teorii zarządzania. Wręcz przeciwnie należy mieć na względzie pragmatyzm działania. Właściwe, profesjonalne definiowanie celów strategicznych jest potrzebne do tego, aby przystąpić do programowania i budżetowania. Także powyższe działania są niezbędne do zachowania spójności wszystkich etapów planowania obronnego, od etapu planowania, tj. definiowania celów strategicznych, aż do etapu budżetowania.

Wizja rozwoju Sił Zbrojnych RP powinna być odpowiedzią na niepewność w otoczeniu sił zbrojnych, szybkość, zakres oraz skalę zachodzących w nim zmian. To opis ich pożądanego stanu w perspektywie długookresowej, opracowany po wyborze strategicznego kierunku ich transformacji. Zawiera cele długoterminowe rozwoju Sił Zbrojnych RP. Stąd konieczność określenia sposobu jej urzeczywistnienia w strategii, a następnie konsekwentnego i systematycznego dążenia do jej realizacji poprzez program rozwoju.

Koniecznym i trudnym przedsięwzięciem jest przejście z długoterminowej perspektywy rozwoju - charakterystycznej dla *wizji* - na perspektywę średnioterminową, właściwą dla *Programu*. Elementem umożliwiającym to przejście powinna być *strategia rozwoju*, przekładająca zapisy *wizji* na strategiczne i szczegółowe cele rozwojowe w średniej perspektywie czasowej wraz ze wskaźnikami realizacji, nakreślonym systemem realizacji oraz ramami finansowymi. Sposób definiowania celów w strategii powinien umożliwiać programowanie rozwoju Sił Zbrojnych RP, którego istota wyraża się w przetworzeniu celów zdefiniowanych podczas etapu planowania na zestaw przedsięwzięć o charakterze organizacyjnym i rzeczowo-finansowym, pozwalających na osiągnięcie pożądaných zdolności operacyjnych Sił Zbrojnych RP i zdolności pozamilitarnych.

Istotnym etapem planowania obronnego jest także budżetowanie. Polega on na alokacji środków finansowych w odniesieniu do realizacji przedsięwzięć zdefiniowanych na etapie programowania w perspektywie określonej wymaganiami budżetu zadaniowego.

Etapem spinającym poszczególne etapy planowania obronnego jest *monitorowanie* i *ewaluacja*. Monitorowanie to zorganizowany sposób obserwacji (badania) danego działania, projektu, planu lub strategii, prowadzony w celu pozyskiwania odpowiednich informacji. Dokonywane jest to na potrzeby ewaluacji, która stanowi systematyczną i obiektywną ocenę trwającego lub zakończonego działania, projektu, planu lub strategii z punktu widzenia przyjętych kryteriów, w celu jego usprawnienia lub rozwoju.

W przedstawionym modelu, SPO służy wypracowaniu najlepszych i najbardziej efektywnych rozwiązań, stanowiących jednolitą platformę planowania, programowania i budżetowania rozwoju Sił Zbrojnych RP. Tym samym SPO nie powinien być przeceniany, demonizowany, ani też niedoceniany. Analogicznie, jak w wielu organizacjach dbających o efektywność działania, powinien być narzędziem zarządzania przyszłością, czyli budowania polityki rozwoju. W prowadzonym projekcie chodziło o konsekwentne wskazanie kierunku rozwoju najbardziej optymalnego i możliwego do realizacji - ograniczenie „marzeń” na rzecz rozwiązań odważnych, ale możliwych.

3. Cele i organizacja analizy strategicznej

Zainicjowany w 2009 r. Strategiczny Przegląd Obrony zmierzał do:

- identyfikacji czynników mających znaczenie dla obronności państwa, a w tym wyzwań rodzących szanse lub zagrożenia, ambicji militarnych państwa;
- odczytania przyszłych wymagań wobec Sił Zbrojnych RP - przyszłych uwarunkowań ich użycia, determinantów ich rozwoju, misji i zadań;
- określenia kierunku rozwoju Sił Zbrojnych RP - wskazania pożądanych zdolności operacyjnych, priorytetowych i możliwych wariantów strategicznego działania, ryzyk związanych z ich realizacją.

Prace w ramach SPO prowadzone były w siedmiu Grupach Roboczych, kierowanych przez przedstawicieli różnych komórek organizacyjnych MON, w następujących obszarach problemowych dotyczących Sił Zbrojnych RP:

- środowisko bezpieczeństwa a polityczne i strategiczne uwarunkowania ich użycia;
- zdolności operacyjne;
- organizacja i funkcjonowanie;
- profesjonalizacja i polityka kadrowa;
- modernizacja techniczna;
- przygotowania obronne w strukturach pozamilitarnych;
- system planowania obronnego.

Zadanie Grup Roboczych polegało na tym, aby przez pryzmat danego obszaru problemowego określić przyszłe wymagania rozwojowe, czynniki i długookresowe trendy otoczenia, wskazujące na szanse i zagrożenia dla naszej armii. Następnie należało wskazać punkt wyjścia w odniesieniu do określonych uprzednio wymagań poprzez identyfikację atutów i ograniczeń rozwojowych Sił Zbrojnych RP. Kolejnym krokiem było wskazanie „luki” pomiędzy punktem wyjścia a wymaganiami i określenia kierunków zmian.

Dorobkiem Grup Roboczych jest szeroki materiał informacyjny i analityczny wypracowany w toku poszczególnych etapów prac. Opracowane przez Grupy Robocze raporty cząstkowe, będące zwieńczeniem ich wysiłku, były z kolei podstawą do rozpoczęcia prac nad Raportem Strategicznego Przeglądu Obronnego. Zadaniem powołanego Zespołu Projektowego była agregacja wniosków płynących z wielu opracowań Grup Roboczych oraz przedstawienie ich w Raporcie w sposób uporządkowany i zdekonfliktowa-

ny, z wykorzystaniem metod analizy strategicznej. Rzetelność ekspercka wymagała obiektywnej i analitycznej pracy nad materiałami źródłowymi, w poszukiwaniu odpowiedzi na dylematy transformacyjne Sił Zbrojnych RP.

4. Podstawowe założenia i przebieg analizy strategicznej

Miarą nowoczesnych sił zbrojnych jest ich gotowość do realizacji zadań powierzonych przez państwo. Siły zbrojne muszą działać w środowisku operacyjnym, które się zmienia. Muszą posiadać takie zdolności operacyjne, które są potrzebne do skutecznego działania. Wyzwanie to wymaga zatem ciągłego, proaktywnego rozwoju sił zbrojnych, które będą gotowe sprostać wymaganiom przyszłości, a nie reaktywnie dostosowywać się do zmieniającego środowiska.

Budowanie zdolności operacyjnych sił zbrojnych wymaga długoterminowego spojrzenia. Należy zidentyfikować potrzeby, sposób ich zaspakajania, przekazać sygnał o potrzebach do przemysłu obronnego, budować zdolności. Wszystko to wymaga strategicznej perspektywy oraz czasu na realizację i - dodatkowo - jest kosztowne.

W odniesieniu do powyższych wyzwań przeprowadzona analiza strategiczna spełniła dwie funkcje: diagnostyczną i prognostyczną. Funkcja diagnostyczna miała na celu ukazanie uwarunkowań otoczenia Sił Zbrojnych RP pod kątem ich przydatności i wartości dla kolejnych etapów procesu planowania obronnego. Tak rozumiana funkcja diagnostyczna nie służyła dokonywaniu oceny bieżącego funkcjonowania Sił Zbrojnych RP, umożliwiała natomiast pozyskanie informacji o korzystnych dla nich uwarunkowaniach zewnętrznych. Umożliwiła określenie kierunków i dziedzin, w których Siły Zbrojne RP powinny się rozwijać i specjalizować.

Funkcja prognostyczna zawierała się m.in. w ukazaniu wizji wariantów strategicznych kierunków rozwoju Sił Zbrojnych RP. Relacje pomiędzy tymi funkcjami umożliwiają identyfikowanie obszarów przyszłego rozwoju Sił Zbrojnych RP i eliminację nieprawidłowości oraz błędów. W efekcie służą do dalszego planowania i programowania rozwoju. Przyjęta przez Zespół Projektowy metodyka prac nad Raportem SPO obejmowała:

- analizę otoczenia Sił Zbrojnych RP;
- zidentyfikowanie wymagań rozwojowych w perspektywie 25 lat;
- przeprowadzenie analizy TOWS/SWOT;
- opracowanie wariantów strategicznych kierunków transformacji Sił Zbrojnych RP;

- analizę ryzyka wariantów strategicznych kierunków transformacji Sił Zbrojnych RP;
- porównanie opracowanych wariantów oraz rekomendowanie jednego z nich.

W analizie otoczenia Sił Zbrojnych RP przyjęto koncepcję scenariuszową i w jej ramach zastosowano: metodę PESTEM², planowania scenariuszowego, prognozy trendów, scenariusze stanów wzbogacone o ocenę procesów otoczenia, analizę ryzyka oraz opinie eksperckie. Analiza otoczenia obejmowała następujące działania:

- identyfikację czynników i trendów mających znaczenie dla obronności państwa i dla rozwoju Sił Zbrojnych RP, gdzie każdy z nich był badany pod kątem:
 - kierunku rozwoju (nastąpi jego wzrost, stabilizacja, czy spadek),
 - wpływu na Siły Zbrojne RP (negatywny - pozytywny) i skali jego oddziaływania (-5 do +5),
 - prawdopodobieństwa wystąpienia (0 - 1);
- opracowanie scenariuszy rozwoju czynników/trendów w środowisku otaczającym SZ RP;
- analizę:
 - czynników o negatywnym i pozytywnym wpływie na funkcjonowanie i rozwój Sił Zbrojnych RP,
 - burzliwości i jednorodności otoczenia Sił Zbrojnych RP,
 - procesów wiodących w otoczeniu.

W efekcie otrzymano zestawienie szans i zagrożeń dla rozwoju armii, opracowano katalog zadań Sił Zbrojnych RP w perspektywie 2035 r. oraz zestaw adekwatnych do tego katalogu wymagań rozwojowych. Wymagania te zostały zdefiniowane z wykorzystaniem podejścia procesowego tak, aby uwzględnić wszystkie obszary działania Sił Zbrojnych RP z podziałem na obszary wewnętrzne oraz obszar zewnętrzny. Wśród obszarów wewnętrznych zidentyfikowano:

- zarządzanie strategiczne Siłami Zbrojnymi RP, które obejmuje swym zakresem aspekty dotyczące definiowania i osiągania celów (plano-

² PESTEM - akronim od grup analizowanych czynników/trendów w otoczeniu Sił Zbrojnych RP: P - polityczne; E - ekonomiczno-gospodarcze; S - społeczno-kulturowe i demograficzne; T - techniczno-technologiczne; E - środowiska naturalnego; M - militarne.

wania obronnego), procedury zarządcze, obowiązujące strategie działania oraz jakość przywództwa;

- zdolności operacyjne Sił Zbrojnych RP, w szczególności sposób ich pozyskiwania z punktu widzenia uzbrojenia i sprzętu wojskowego oraz zarządzania zasobami ludzkimi;
- funkcjonowanie Sił Zbrojnych RP, uwzględniające bieżącą strukturę organizacyjną Sił Zbrojnych RP, stopień ukończenia, nasycenie nowoczesnym uzbrojeniem i sprzętem wojskowym, posiadane doktryny działania oraz poziom gotowości do działania.

W obszarze zewnętrznym zidentyfikowano relacje Sił Zbrojnych RP z otoczeniem, obszar obejmujący m.in. aspekty współpracy z przemysłem obronnym oraz relacje z pozamilitarnym systemem przygotowań obronnych. Istotną rolę w analizie strategicznej odgrywają *wymagania rozwojowe wobec Sił Zbrojnych RP w perspektywie długoterminowej*. Wymagania te stanowią zbiór warunków, norm, oczekiwań, żądań wynikających z oceny przyszłego otoczenia SZ RP. Są reakcją na istotne cechy otoczenia SZ RP, w którym będą one funkcjonować i wpływają na ich kształt. Zostały one zidentyfikowane w fazie prognostycznej Przeglądu przez wszystkie Grupy Robocze. Wymagania te dotyczą Sił Zbrojnych RP, jako organizacji, i charakteryzują istotne cechy ich pożądanego stanu. Są odpowiedzią na przyszłe uwarunkowania funkcjonowania i rozwoju oraz wynikają z analizy prognozowanych trendów, czynników i parametrów otoczenia oraz przyszłych zadań Sił Zbrojnych RP.

W drodze przeprowadzonej priorytetyzacji wymagań wskazano te, które mają kluczowe znaczenie z punktu widzenia funkcjonowania Sił Zbrojnych RP w każdym z przedstawionych powyżej obszarów. Dokonano także sprawdzenia adekwatności wymagań wobec zidentyfikowanych szans i zagrożeń płynących z otoczenia dla rozwoju Sił Zbrojnych RP. Wymagania te stanowiły, w dalszej części analizy strategicznej, w metodzie TOWS/SWOT, układ odniesienia przy identyfikowaniu mocnych i słabych stron Sił Zbrojnych RP.

Posłużyło to m.in. do określenia ich całościowego obrazu oraz pozwoliło określić możliwości i determinanty zmian poprzez:

- określenie punktu wyjścia dla Sił Zbrojnych RP w odniesieniu do wymagań rozwojowych w perspektywie długoterminowej;
- wskazanie w usystematyzowany sposób możliwych wariantów strategicznego kierunku rozwoju Sił Zbrojnych RP;
- uzyskanie danych niezbędnych do podjęcia decyzji o wyborze wariantu strategicznego kierunku rozwoju Sił Zbrojnych RP.

Zastosowana w tym przypadku analiza TOWS/SWOT umożliwiła określenie kierunków i dziedzin, w których Siły Zbrojne RP powinny się rozwijać i specjalizować. Ich uszczegółowienie i wykorzystanie powinno nastąpić w procesie planowania i programowania rozwoju SZ RP.

W metodzie TOWS/SWOT mocną stroną Sił Zbrojnych RP określano taką cechę lub właściwość, która umożliwi im spełnienie wymagań rozwojowych, a tym samym pozwoli na budowę silnej organizacji. To atuty organizacji, które stanowią podstawę rozwoju tzw. kluczowych kompetencji, czyli jej wiedzy i umiejętności w wiodących obszarach działalności.

Słabe strony to te właściwości, które mogą ograniczać działalność Sił Zbrojnych RP w odniesieniu do wymagań rozwojowych. Mogą być one związane z trudnością całościowego spojrzenia na organizację lub być wynikiem braku możliwości przeciwdziałania zagrożeniom zewnętrznym. Te kwestie wymagają podjęcia działań naprawczych.

Szanse to korzystne trendy, siły, wydarzenia i koncepcje płynące z otoczenia, które powinny zostać uwzględnione i wykorzystane w procesie planowania obronnego.

Zagrożenia to obecne i możliwe wydarzenia lub siły, które oddziałują niekorzystnie na Siły Zbrojne RP i wymagają od nich przygotowania się i stworzenia planów zapobiegawczych.

Poprzez zastosowanie metody TOWS/SWOT badano, w dwóch kierunkach, relacje zachodzące między silnymi i słabymi stronami Sił Zbrojnych RP, a szansami i zagrożeniami płynącymi z otoczenia dla ich rozwoju. Po zdefiniowaniu relacji zachodzących między poszczególnymi elementami, dokonano sumowania liczby występujących interakcji, a otrzymany wynik został przemnożony przez wagę określającą ważność każdego z czynników. Na podstawie uzyskanych iloczynów każdemu z czynników przypisano rangę określającą, który z nich ma relatywnie największą siłę oddziaływania oraz jest najbardziej podatny na ich ewentualny wpływ. Tak otrzymane wyniki analizy strategicznej pozwoliły na budowę *wariantów strategicznego kierunku transformacji*, które spełniają zdefiniowane wcześniej wymagania wobec Sił Zbrojnych RP w perspektywie długoterminowej oraz odnoszą się do zaproponowanej misji Sił Zbrojnych RP.

Istnieją cztery możliwe kombinacje silnych i słabych stron oraz szans i zagrożeń, a każda z nich umożliwi wyznaczenie jednego z wariantów strategicznego kierunku transformacji. Są nimi:

- dynamiczny rozwój w relacji atuty - szanse, tj.: maksymalne wykorzystanie efektu synergii między atutami Sił Zbrojnych RP a szansami generowanymi przez otoczenie;
- aktywny rozwój w relacji atuty - zagrożenia, tj.: minimalizowanie negatywnego wpływu otoczenia przez maksymalne (aktywne) wykorzystanie atutów Sił Zbrojnych RP;
- zintegrowany rozwój w relacji ograniczenia rozwojowe - szanse, tj.: eliminowanie ograniczeń rozwojowych Sił Zbrojnych RP oraz wzmacnianie ich atutów poprzez maksymalne wykorzystanie istniejących szans sprzyjających ich rozwojowi;
- selektywny rozwój w relacji ograniczenia rozwojowe - zagrożenia, tj.: minimalizowanie wpływu ograniczeń rozwojowych występujących wewnątrz Sił Zbrojnych RP oraz zagrożeń płynących z otoczenia.

Warianty odnoszące się do kombinacji czynników, dla których uzyskana w zestawieniu zbiorczym suma iloczynów interakcji między tymi czynnikami jest największa, wskazują najkorzystniejszy w danych uwarunkowaniach wariant strategicznego kierunku transformacji. W Strategicznym Przeglądzie Obronnym były to warianty: zintegrowanego rozwoju oraz selektywnego rozwoju.

Przystępując do opracowania wariantów strategicznych kierunków transformacji Sił Zbrojnych RP uznano, że będą one spełniały zdefiniowane wcześniej wymagania w perspektywie długoterminowej oraz będą odnosić się do zidentyfikowanej i przyjętej misji. W przygotowywanych wariantach wskazano zbiór działań strategicznych (kluczowych) umożliwiających osiągnięcie zdefiniowanych wcześniej wymagań oraz takich działań, które będą się odnosiły do zdefiniowanych szans i zagrożeń płynących z otoczenia, atutów i ograniczeń rozwojowych sił zbrojnych oraz relacji między tymi elementami.

Opracowane warianty mają przez pryzmat otoczenia umożliwić likwidację ograniczeń rozwojowych tak, aby wykorzystała pojawiające się szanse oraz - w drugim wariantcie - unikać zagrożeń, aby nie przynosiły one strat.

Jednocześnie warianty koncentrują się na tych zagadnieniach (problemach), które mają kluczowe znaczenie dla rozwoju Sił Zbrojnych RP oraz ich efektywnego funkcjonowania. Tak przygotowane warianty charakteryzują się: spójnością wewnętrzną; zgodnością z otoczeniem; dobrze skalkulowanym ryzykiem; realnością wykonania. Pozwalają zatem zdefiniować

kluczowe czynniki sukcesu (niezbędne do osiągnięcia celu) oraz czynniki ryzyka (stanowiące ograniczenia rozwojowe).

Istotnym elementem tej części prac Zespołu Projektowego była *analiza ryzyka* każdego z opracowanych wariantów strategicznego kierunku transformacji. Jej celem było określenie i oszacowanie prawdopodobieństwa oraz skutków wystąpienia przyjmowanych w wariantach działań. Pozwoliło to na określenie poziomu ryzyka w sposób jakościowy i ilościowy, dzięki czemu wskazano działania zapobiegawcze lub działania polegające na jego eliminacji.

W odniesieniu do wariantu pierwszego - zintegrowanego rozwoju - przeprowadzono ocenę szans dla Sił Zbrojnych RP, ocenę działań w kontekście niewykorzystania szans oraz określono poziom akceptacji ryzyka niewykorzystania szans. Dokonano tego za pomocą macierzy, w których każdorazowo uwzględniano dwie zmienne, np. prawdopodobieństwo wystąpienia i wielkości korzyści oraz wskazywano odpowiednio: klasyfikację szans (wysokie, umiarkowane, niskie), klasyfikację działań (kluczowe, konieczne, pożądane) oraz poziom akceptacji niewykorzystanych szans (wysoki, umiarkowany, niski).

Analiza ryzyka dla wariantu drugiego - selektywnego rozwoju - obejmowała natomiast: ocenę ryzyka, klasyfikację działań w kontekście ryzyka nieprzeciwdziałania zagrożeniom oraz akceptację ryzyka nieprzeciwdziałania zagrożeniom. W tej analizie wynikami były odpowiednio: klasyfikacja ryzyka (wysokie, umiarkowane, niskie), klasyfikacja działań (kluczowe, konieczne, pożądane) oraz poziom akceptacji nieprzeciwdziałania zagrożeniom (wysoki, umiarkowany, niski). Otrzymane w toku prac zespołu projektowego wyniki były podstawą do rekomendowania Ministrowi Obrony Narodowej wariantu, którego istotą jest wykorzystywanie pojawiających się szans.

Wariant ten - *zintegrowanego rozwoju* - zakłada proaktywne działania nastawione na intensywne odnoszenie się do otoczenia tak, aby sprostać jego wyzwaniom. Działania te obejmują:

- ukierunkowanie i kontynuację dotychczasowych procesów i działań realizowanych w Siłach Zbrojnych RP;
- wprowadzenie zmian w dotychczasowych strukturach, systemach, działaniach lub procesach;
- podjęcie działań w zupełnie nowych obszarach.

Zasadniczymi cechami tego wariantu są: innowacyjność, kreatywność, dynamika, zarządzanie ryzykiem, zarządzanie przyszłością, otwartość na

otoczenie oraz podejmowanie wyzwań. Kluczowe działania tego wariantu dotyczą:

- nowego podejścia do definiowania i sposobów pozyskiwania zdolności operacyjnych Sił Zbrojnych RP;
- poprawy efektywności funkcjonowania Sił Zbrojnych RP;
- kształtowania nowych jakościowo relacji Sił Zbrojnych RP z otoczeniem, dzięki wykorzystaniu koncepcji zintegrowanego podejścia do bezpieczeństwa.

Rekomendowany wariant rozwoju wymaga wdrożenia w Siłach Zbrojnych RP nowoczesnych zasad zarządzania strategicznego. Prawdziwym wyzwaniem będzie w tej sytuacji odejście od koncentrowania uwagi na bieżących aspektach funkcjonowania, a podjęcie trudu definiowania długoterminowych celów rozwoju Sił Zbrojnych RP. Pozwoli to na uniknięcie działań przypadkowych i doraźnych. Przedstawione propozycje działań nie stanowią zbioru zamkniętego. Są jednak kluczowe dla spełnienia przedstawionych wymagań względem rozwoju Sił Zbrojnych RP, a ich realizacja jest warunkiem koniecznym dla osiągnięcia zakładanych celów strategicznych.

Wnioski przeprowadzonej analizy oraz opracowanie wariantów strategicznych kierunków transformacji Sił Zbrojnych RP pozwoliło na zidentyfikowanie *kluczowych czynników sukcesu*. Przyjęto, że spośród wielu czynników, które odnoszą się do silnych i słabych stron, pojawiających się szans i zagrożeń oraz relacji pomiędzy tymi elementami, istnieje tylko kilka, które są najważniejsze i decydują o osiągnięciu sukcesu wdrożenia zaproponowanych wariantów. Jednocześnie warunkują one spełnienie zidentyfikowanych wymagań wobec Sił Zbrojnych w nakreślonej perspektywie 25 lat.

Zdefiniowano, iż kluczowe czynniki sukcesu to warunki, których spełnienie jest niezbędne do osiągnięcia celów w drodze realizacji działań zawartych w danym wariantcie. Dla przyjętych w Strategicznym Przeglądzie Obronnym wariantów strategicznego kierunku transformacji są to:

- wdrożenie zasad zarządzania strategicznego w resorcie Obrony Narodowej;
- zmiana podejścia do zdolności operacyjnych, od postrzegania ich przez pryzmat UISW aż do całościowego rozwoju ich komponentów funkcjonalnych;
- dopasowanie struktur Sił Zbrojnych RP oraz poziomu skompletowania jednostek wojskowych adekwatnie do zadań;
- stworzenie warunków do partnerskiej współpracy z otoczeniem w zakresie osiągania celów.

Podjęcie takiego wyzwania związanego z wdrażaniem rekomendowanego wariantu transformacji Sił Zbrojnych RP stwarza szansę na uwzględnienie spraw obronności i bezpieczeństwa państwa w narodowych dokumentach strategicznych, a jednocześnie na wzmocnienie „konkurencyjności” Sił Zbrojnych w odniesieniu do innych obszarów funkcjonowania państwa.

5. Podsumowanie

Strategiczny Przegląd Obrony, będący analizą strategiczną, inicjuje cykl planowania obronnego, wytycza kierunek postępowania i pozwala na zachowanie konsekwencji w planowaniu, oparcie się na jednolitej, eksperckiej i przyjętej w państwie podstawie (ocenie środowiska bezpieczeństwa, wymagań państwa wobec Sił Zbrojnych). Równocześnie tak przeprowadzona analiza strategiczna powinna stać się podstawą tworzenia strategicznych dokumentów kształtujących rozwój sił zbrojnych, a w przyszłości całej sfery obronności państwa. Wpływa ona także na właściwe kreowanie rozwoju Sił Zbrojnych, a tym samym przyczynia się do zwiększenia efektywności i sprawności ich działania.

Przedstawiony sposób zorganizowania i przeprowadzenia analizy strategicznej wspiera decydentów w definiowaniu strategicznych kierunków rozwoju Sił Zbrojnych oraz pozwala kształtować relacje między Ministerstwem Obrony Narodowej, a innymi organami władzy państwowej. Skupienie się na myśleniu o siłach zbrojnych nie stoi w sprzeczności z koncepcją zintegrowanego podejścia do bezpieczeństwa państwa. Wzmacnia je nawet poprzez wzbogacenie planowania rozwoju Sił Zbrojnych RP i odniesienie się do ich relacji z otoczeniem, prowadząc do ich zrównoważonego rozwoju w odniesieniu do innych instrumentów nowoczesnego państwa.

LITERATURA

- Franczak O., Strzoda M., Analiza strategiczna Sił Zbrojnych Rzeczypospolitej Polskiej. „Bellona”, nr 3/2011, s. 92-103.
- Strategiczny Przegląd Obrony. Profesjonalne Siły Zbrojne w nowoczesnym państwie. Raport, MON, Warszawa 2011.
- Strategia rozwoju Systemu Bezpieczeństwa Narodowego RP 2011-2022 - projekt, MON, Warszawa 2011.
- Ustawa z dnia 6 grudnia 2006 r. o zasadach prowadzenia polityki rozwoju (Dz.U. z 2006 r. Nr 227, poz. 1658).
- Założenia systemu zarządzania rozwojem Polski. MRR, Warszawa 2009.

MODEL ZARZĄDZANIA ZASOBAMI STRAŻY GRANICZNEJ W SYTUACJACH KRYZYSOWYCH

MODEL OF HUMAN RESOURCES MANAGEMENT OF THE BORDER GUARD IN CRISIS SITUATIONS

Barbara Kaczmarczyk*, Robert Socha**

Abstract

The paper explains basis ideas and terms such as: model, crisis, crisis situation, management, crisis management, and human resources management followed by a presentation of the model of human resources management in crisis situations used in the Border Guard.

1. Wstęp

XXI wiek charakteryzuje się coraz częściej występującymi zagrożeniami, które przybierają różnorodny charakter. Zagrożenia te mogą być przyczyną zarówno kryzysów, jak i sytuacji kryzysowych. Fakt ten stwarza potrzebę badania kontekstów sytuacji kryzysowych, których istotą jest poszukiwanie racjonalnych procedur zarządzania kryzysowego. Od jego efektywności uzależnione będzie bezpieczeństwo każdej organizacji i jej członków. Poszukiwanie to przejawia się m.in. określaniem (a także doskonaleniem) modeli zarządzania w sytuacjach kryzysowych. Problemy te są powszechnie uznawane za trudne i złożone. Trudność i złożoność, o których mowa dotyczy już na wstępie różnorodności postrzegania podstawowych pojęć, tj. chociażby model, kryzys, sytuacja kryzysowa, zarządzanie, zarządzanie kryzysowe czy też zarządzanie zasobami osobowymi. Szanując prawo do swobodnej, konstruktywnej różnorodności w obszarze poznawczym, na potrzeby niniejszego opracowania zaprezentowano te poglądy, które zdaniem autorów oddają ich istotę w wymiarze identyfikacyjnym i eksploracyjnym.

Dopiero po przedstawieniu tych rozważań zaprezentowane zostaną kwestie specyfiki zarządzania kryzysowego, zarządzania zasobami osobo-

* dr inż. Barbara KACZMARCZYK, Ośrodek Szkoleń Specjalistycznych Straży Granicznej w Lubaniu.

** dr Robert SOCHA, Centrum Szkolenia Policji w Legionowie.

wymi w sytuacjach kryzysowych w strukturach organizacyjnych jednolitej, umundurowanej i uzbrojonej formacji - zaliczanej do administracji nieze-spolonej typu specjalnego w Straży Granicznej. Autorzy świadomi bezpo-średniego wpływu zarządzania zasobami osobowymi na sprawność funk-cjonowania organizacji wyeksponują kwestie związków między nim a zarzą-dzaniem kryzysowym.

Literatura przedmiotu wskazuje przede wszystkim dwojakie postrze-ganie pojęcia „model”. Pierwsze polega na rozumieniu modelu jako sposo-bu realizacji konkretnej teorii, natomiast drugie określa model jako pewne przedstawienie będące imitacją systemu określonego na obiekcie (Kacz-marczyk, 2009, s. 14). Na potrzeby niniejszego opracowania przyjęto drugie określenie modelu.

2. Model a modelowane

Proces tworzenia modelu matematycznego jest stosunkowo złożony i rozpoczyna się od pewnych koncepcji, mniej lub bardziej sprecyzowanych, odnoszących się do pewnego wycinka rzeczywistości. Proces ten jest poprzedzony wstępnymi doświadczeniami i obserwacją. Następnie definiuje się zasady przyporządkowania cech zjawiska rzeczywistego obiektom ma-tematycznym i definiuje relacje pomiędzy tymi obiektami. W wyniku otrzymuje się zbiór aksjomatów czy też zbiór hipotez teoretycznych. Prze-ważnie, mówiąc o modelu ma się na myśli model opisowy w sensie mate-matycznym. Tego typu model zawiera równanie lub układ równań, który w wyniku dalszych rozważań podlega fazie pewnych uproszczeń. Uprosz-czenia te mają swoją granicę w momencie, gdy stają się one rozwiązywalne. Budowa każdego modelu opisowego przebiega na dwóch płaszczyznach. Pierwszą płaszczyznę stanowią równania analityczne, na podstawie których model został zbudowany. Płaszczyzna ta przedstawia zależności definiowa-ne podczas przygotowania symulacji, wówczas gdy definiuje się atrybuty (wraz z ich wartościami), funkcje, parametry generatora liczb losowych, określające równocześnie rodzaj symulacji. Drugą płaszczyzną modelową są schematy myślowe modelowanego zjawiska i jego ukrytej struktury. Płasz-czyznę tę stanowią diagramy zawierające istotne dla nas składniki reprezen-tujące ważne obiekty (Kaczmarczyk, 2009, s. 14-15).

Budowa modelu jest zorientowana na cel, tzn. wyjaśnienie danego zjawiska lub na analizę zachodzących procesów, przewidywanie (prognozę) badanych wielkości itp.

Dobry model to taki, który nie tylko dobrze objaśnia przeszłe zdarzenia, lecz potrafi również opisać zdarzenia przyszłe, wskazując dodatkowo na sposób wykrycia tych zdarzeń (Söderström i in., 1997, s. 181-182).

Inny problem stanowi weryfikowalność zbudowanego modelu. Model podlega weryfikacji w wyniku konfrontacji z modelowaną rzeczywistością, poprzez uzyskiwanie wyników na zebranych danych empirycznych. W przypadku uzyskania negatywnych wyników, proces modelowania powtarza się. „Weryfikacja modelu” stanowi zatem sprzężenie zwrotne, przy czym weryfikacją obejmuje się wszystkie elementy modelu, nie zaś jedynie wnioski końcowe. Pełna weryfikacja zbudowanego modelu obejmuje swoim zakresem również dowód na to, że nie istnieje istotny wpływ pomiędzy modelem a pozostałymi elementami rzeczywistości, które nie zostały uwzględnione w modelu (Kaczmarczyk, 2009, s. 15).

3. Kryzys i sytuacje kryzysowe

Termin „kryzys” pochodzi z greckiego słowa *krisis*, który oznacza moment rozstrzygający, decydujący zwrot, okres przełomu (Kopaliński, 2000, s. 282), a także doświadczenie lub próbę, możliwość doprowadzenia do rozstrzygnięcia. Jego źródłostów *krino*, oznacza wybór, decydowanie, w formie zwrotnej zaś - zmaganie się, walkę, w której konieczne jest działanie pod presją czasu. Treść słowa *crisis* w języku angielskim poszerza się dodatkowo o takie cechy, jak nagłość, urazowość i subiektywne konsekwencje urazu w postaci negatywnych przeżyć (Bomba, 1994, s. 7). Powyższe, słownikowe objaśnienie wydaje się być już obecnie bardzo wątpliwe i w wysokim stopniu ogólne, ponieważ nawet w potocznym rozumieniu nie każdy przełomowy, decydujący moment nazywa się intuicyjnie kryzysem. Zjawisko to uznaje się za zaburzenie i zachwianie tego, co nazywamy stanem normalnym, stabilnym i przewidywalnym.

Można przyjąć, że kryzys jest kulminacyjną fazą narastającej sytuacji kryzysowej, powstającą w wyniku pojawiających się niespodziewanie okoliczności. W fazie tej dominującą rolę odgrywa fakt prawdziwej lub odczuwalnej utraty kontroli nad rozwijającą się sytuacją oraz braku koncepcji na jej opanowanie. Natomiast sytuacja kryzysowa to zespół okoliczności zewnętrznych lub/i wewnętrznych, w jakich znajduje się dany podmiot, jego część lub określona dziedzina jego działalności, wpływających na jego funkcjonowanie w taki sposób, iż zaczyna się w nim i jest kontynuowany proces zmian, w rezultacie czego występuje zachwianie równowagi i utraty możliwości kontroli nad przebiegiem wydarzeń albo eskalacji zagrożenia jego

interesów (Kitler i in., 2010, s. 82). Sytuacja kryzysowa może zakłócić wiele dziedzin funkcjonowania państwa, a w rezultacie społeczeństwa. W razie kryzysów zewnętrznych zakłóceniu mogą ulec stosunki dyplomatyczne z innymi państwami, międzynarodowa wymiana handlowa, współpraca technologiczna, naukowa i wiele innych dziedzin. Natomiast w przypadku kryzysu o charakterze wewnętrznym zakłócone mogą być działania gospodarcze (inwestycje, rynek, usługi itd.), stosunki społeczne i polityczne, funkcjonowanie systemu oświaty, administracji publicznej i wiele innych dziedzin działalności państwa. W rezultacie to wszystko trzeba odbudować (Kitler i inni, 2010, s. 82).

Jeżeli chodzi o prawodawstwo to trzeba zaznaczyć, że próby uporządkowania „sytuacji kryzysowej” w polskim systemie prawnym podjęto na początku 2000 r. Obecne podejście do pojęcia „sytuacji kryzysowej”, wynikające z ustawy z 2009 r. o zmianie ustawy o zarządzaniu kryzysowym (Dz.U. z 2009 r. Nr 131, poz. 1076) uzależnia zaistnienie sytuacji kryzysowej wyłącznie od wystąpienia zagrożenia, które wpływa negatywnie na poziom bezpieczeństwa ludzi lub środowiska w stopniu wywołującym ograniczenia w działaniu właściwych organów administracji publicznej, gdy zasoby i procedury działania tych podmiotów okazują się być niewystarczające.

Podobnie jak pojęcie kryzysu, pojęcie „sytuacji kryzysowej” w literaturze przedmiotu jest różnie definiowane. I chociaż kryzys w potocznym znaczeniu utożsamiany jest z sytuacją kryzysową, to istnieją między nimi następujące różnice (Nowak, 2006, s. 29):

- kryzys jest elementem sytuacji kryzysowej;
- każdy kryzys jest sytuacją kryzysową, lecz nie każda sytuacja kryzysowa zawiera w sobie element kryzysu (fazę kryzysu);
- w odróżnieniu od kryzysu, sytuacja kryzysowa w chwili pojawienia się jej symptomów, nie musi wywoływać zmian w istocie organizacji, lecz stanowi wyzwanie dla jej funkcjonowania.

Mając na uwadze dotychczasowe rozważania, należy również przybliżyć znaczenie pojęcia „zarządzanie” a następnie „zarządzanie kryzysowe”.

4. Zarządzanie kryzysowe

W literaturze przedmiotu można spotkać opisowe i intuicyjne definicje terminu „zarządzanie” oraz definicje, których autorzy poszukują istoty wspomnianego pojęcia poprzez pryzmat jego funkcji. Poniżej przedstawiono niektóre z nich.

Według R. Rutki „istotą zarządzania, podobnie jak każdej innej formy kierowania, jest działanie zmierzające do osiągnięcia celów przez ludzi i z ludźmi” (Rutka, 1984, s. 24).

T. Pszczołowski zarządzanie określa jako „działanie polegające na dysponowaniu zasobami i narzędziami, zgodnie z celami zarządzającego. Natomiast zadania zarządzania precyzuje jako formułowanie celów działania, planowanie, organizowanie struktur (pozyskiwanie i rozmieszczanie potrzebnych zasobów ludzkich i rzeczowych) oraz kontrolowanie realizacji założonych celów” (Pszczołowski, 1978, s. 288).

Z kolei według A.K. Koźmińskiego „zarządzanie jest zespołem działań lub procesów mających na celu koordynację i integrację użytkowania zasobów dla osiągnięcia celu organizacyjnego przez ludzi przy użyciu techniki i informacji w zorganizowanych strukturach” (Słownik terminów z zakresu bezpieczeństwa narodowego, 2002, s. 165).

W koncepcji prakseologicznej, „zarządzanie” traktowane jest jako rodzaj (postać) kierowania ujmowanego w kontekście działania zorganizowanego (Chrisidu-Budnik i in., 2005, s. 245). W literaturze często można spotkać sformułowania, że kierowanie traktowane jest w tożsamy sposób, jak zarządzanie, które definiowane jest jako proces planowania, organizowania, przewodzenia i kontrolowania pracy członków organizacji oraz wykorzystywania wszelkich dostępnych zasobów organizacji do osiągnięcia jej celów (Stroner i in., 2001, s. 613).

W literaturze przedmiotu termin „zarządzanie kryzysowe” jest przez różne źródła odmiennie interpretowany. W opinii W. Kitlera „różnorodność treści definicji „zarządzania kryzysowego” wynika z różnych sposobów podejścia i wiąże się ze specyficznym działaniem abstrakcyjnego podmiotu w trudnej i pełnej zakłóceń sytuacji systemowej, konfliktogennym charakterem stosunków między różnymi podmiotami (głównie charakterze polityczno-militarnym, ekonomicznym i społecznym) z działaniem podczas klęsk żywiołowych i katastrof technicznych, obroną cywilną zwłaszcza w zakresie ochrony ludności oraz z planowaniem cywilnym NATO, co wynika z niepoprawnego tłumaczenia i rozumienia zakresu natowskiego *Civil Emergency Planning* (Nowak i in., 2006, s. 35). Natomiast ustawa z dnia 26 kwietnia 2007 r. o zarządzaniu kryzysowym (Dz.U. z 2007 r. Nr 89, poz. 590) definiuje „zarządzanie kryzysowe” jako działalność organów administracji publicznej będącą elementem kierowania bezpieczeństwem narodowym, która polega na zapobieganiu sytuacjom kryzysowym, przygotowaniu do przejmowania nad nimi kontroli w drodze zaplanowanych działań, reagowaniu w przypad-

ku wystąpienia sytuacji kryzysowych, usuwaniu ich skutków oraz odtwarzaniu zasobów i infrastruktury krytycznej.

Termin „zarządzanie zasobami osobowymi” definiowany jest jako strategiczne i spójne podejście do zarządzania najcenniejszymi aktywami organizacji, tzn. zatrudnionymi w niej ludźmi, którzy indywidualnie i zbiorowo przyczyniają się do osiągnięcia celów tej organizacji (Armstrong, 2007, s. 29). Zarządzanie zasobami osobowymi koncentruje się z jednej strony na kwestiach dotyczących kapitału ludzkiego, z drugiej zaś na rozwoju możliwości realizacji procesów, tzn. na rozwoju zdolności organizacji do podejmowania skutecznych działań (Armstrong, 2007, s. 30). Literatura przedmiotu definiuje zasoby osobowe organizacji jako ludzi wraz z wiedzą, umiejętnościami, zdolnościami i doświadczeniem, którzy są zaangażowani w działalność instytucji, w której pracują, natomiast zarządzanie definiowane jest jako proces, na który składają się cztery fazy: planowania, organizowania, przewodzenia i kontrolowania.

5. Zasoby ludzkie Straży Granicznej

Straż Graniczna jest jednolitą umundurowaną i uzbrojoną formacją stworzoną m.in. do likwidacji zagrożeń związanych z ochroną granicy państwowej. Wszystkie organizacje mundurowe, również Straż Graniczna, są organizacjami zhierarchizowanymi (Strzoda, 2006). Literatura z zakresu zarządzania podaje wiele definicji organizacji.

Organizacja to dwie lub więcej osoby, współpracujące w ramach określonej struktury stosunków, aby osiągnąć określony cel lub zbiór celów (Stroner i in., 2001). Organizację traktuje się jako system złożony z pewnej liczby elementów, których aktywność jest skierowana na wspólny cel. Ich uwarunkowana przez to współzależność wymaga koordynacji ze względu na ten cel (Bósmann, 1967, s. 46). Współcześnie, pojęcie organizacji używane jest w następujących znaczeniach:

- rzeczowym - jest to rzecz zorganizowana - a szczególnie taka całość, która składa się z rzeczy i ludzi wyposażonych w narzędzia, maszyny, jak np.: przedsiębiorstwo przemysłowe, bank, biuro podróży, urząd;
- czynnościowym - jest to proces organizowania, inaczej tworzenie organizacji w znaczeniu rzeczowym;
- atrybutowym - jest to cecha rzeczy złożonej, np. mówiąc o instytucji, procesie, czynnościach, że są dobrze zorganizowane, używamy pojęcia organizacji w znaczeniu oceny i atrybutu końcowych wysiłków organizatora (Strzoda, 2006, s. 7).

Definicji organizacji jest wiele, jednak na potrzeby niniejszego opracowania w dalszych rozważaniach będzie używane pojęcie organizacji w ujęciu rzeczowym, którego istotą jest wyodrębnienie z otoczenia i uporządkowanie wewnątrz organizacji elementów wchodzących w skład jej struktury. Elementy te poprzez wzajemne oddziaływanie zapewniają prawidłowe funkcjonowanie organizacji.

Skuteczność funkcjonowania organizacji zależy przede wszystkim od relacji zachodzących między elementami wchodzącymi w skład struktury organizacji oraz procesu wymiany informacji między nimi. Według J. Wołejso, w systemie informacyjnym organizacji, przyjmując kryterium struktury organizacyjnej, wyróżnia się następujące rodzaje więzi organizacyjnych:

- służbowe (hierarchiczne, rozkazodawcze, synchronizacji) - związane z podległością służbową; można je podzielić zgodnie z kierunkiem przepływu informacji „w dół” - rozkazy i „w górę” - meldunki;
- koordynacji - związane z wymianą informacji między osobami wewnątrz dowództw (wew. więzi informacyjne) lub wymianą informacji w ramach specjalności, uzupełnianiem potrzebnych informacji między specjalnościami na tym samym poziomie lub między różnymi szczeblami z pominięciem przełożonych (zew. więzi informacyjne współdziałania);
- współdziałania - związane z wymianą informacji między poszczególnymi stanowiskami dowodzenia, niemającymi zależności służbowych, a wynikające bezpośrednio z wykonywanego zadania.

Porównując więzi organizacyjne, wyrażające stosunki między poszczególnymi osobami funkcyjnymi (stanowiskami pracy) a oddziałami, wydziałami (komórkami organizacyjnymi), w których te zasoby zostały zlokalizowane, stosuje się najczęściej kryterium uwzględniające kierunek relacji (Strzoda, 2006, s. 12). Z tego punktu widzenia więzi organizacyjne można podzielić na (Knetki, 2002, s. 23):

- służbowe (hierarchiczne) - zachodzące na tle rozmieszczenia uprawnień decyzyjnych, które posiadają w organizacjach wojskowych tylko dowódcy;
- funkcjonalne - zachodzące na tle zróżnicowania kompetencji zawodowych;
- informowania - zachodzące na tle wymiany informacji.

Analizując powyższe, nasuwa się wniosek, że więzi służbowe odgrywają tu dominującą rolę. Umożliwiają komunikowanie się pomiędzy przełożonym i podwładnym oraz dają szereg możliwości przełożonemu w stosunku do podwładnego. Możliwości, o których wspomniano powyżej to stawianie zadań, poleceń, wytycznych, decydowanie o kolejności i czasie wykonywania zadań, jak również rozliczanie ich wykonania. Opisane powyżej role więzi informacyjnej definiują charakter oraz styl relacji w układzie przełożony-podwładny (Strzoda, 2006, s. 7).

Straż Graniczna jest organizacją zhierarchizowaną, czyli taką, w której zarządzanie odbywa się w stylu autokratycznym, a wiodącą rolę odgrywają więzi służbowe. Formacja ta realizuje zadania głównie mające na celu ochronę granicy państwowej, co wiąże się często z sytuacjami, które wymagają podejmowania trafnych decyzji w bardzo krótkim czasie. Niewątpliwie podczas koordynacji działań wielkim uproszczeniem dla dowodzącego działaniami jest przejrzystość hierarchii osób funkcyjnych odpowiedzialnych za poprawne działanie poszczególnych elementów struktury organizacji.

Zarządzanie zasobami osobowymi w Straży Granicznej w sytuacjach kryzysowych realizowane jest przez trzy funkcje kierownicze: planowanie, organizowanie i kontrolowanie. Zatem zarządzanie w tym ujęciu należy rozumieć jako proces planowania, organizowania i kontrolowania działalności funkcjonariuszy Straży Granicznej przy wykorzystaniu wszystkich dostępnych środków technicznych do osiągnięcia określonych celów.

Szczególne znaczenie ma faza „planowania”, w trakcie której podejmowane są decyzje. Na ogólny model podejmowania decyzji, a więc także na proces planowania, składają się etapy: ustalenie celów, identyfikacja problemów, poszukiwanie alternatywnych rozwiązań, ocenianie konsekwencji, dokonanie wyboru, wdrażanie planu, kontrola realizacji (Bolesta-Kukuła i in., 1997, s. 221). W celu szerszego zobrazowania zagadnienia, poniżej opisano etapy fazy planowania. Ustalanie celów to proces, w którym definiuje się cele, jakie instytucja publiczna ma do zrealizowania. W Straży Granicznej, w badanym obszarze, celem jest likwidacja zagrożenia.

Etapy: identyfikacja problemów, poszukiwanie alternatywnych rozwiązań oraz ocenianie konsekwencji to proces, w którym dokonuje się analizy zadania, oceny czynników wpływających na wykonanie zadania i ustalenie wariantów działania Straży Granicznej, rozważenie wariantów działania oraz ich porównanie z uwzględnieniem konsekwencji ich wdrożenia. Powyższe odbywa się poprzez prowadzenie dyskusji, w której uczestniczy dowodzący oraz zespół ekspertów z różnych dziedzin. Wynikiem realizacji wyżej wymienionych etapów staje się dokonanie wyboru, rozumiane

jako określenie zadań, które należy zrealizować przy uwzględnieniu: możliwości użycia własnych sił i środków, możliwości wsparcia przez inne siły (np. Policja, Straż Pożarna), oceny przeciwnika oraz warunków atmosferycznych i terenowych. Nie bez znaczenia pozostaje również czynnik czasu, który w dynamicznie rozwijającej się sytuacji zagrażającej bezpieczeństwu państwa staje się kryterium wiodącym.

Warianty działania do poszczególnych rodzajów zagrożeń opracowane są w Planie działania oddziału w sytuacji kryzysowej. Jednakże, w zależności od potrzeb, Zespół Zarządzania Kryzysowego ma możliwość bieżącej zmiany zapisanych w nim procedur bądź zdefiniowanie zupełnie nowych. Możliwość ta musi mieć zastosowanie z racji coraz częstszego pojawiania się nowych sytuacji zagrożenia, które mogłyby nie być ujęte w powyższym planie lub które wymagałyby uzupełnienia, dlatego też elastyczność w podejmowaniu decyzji jest tu dopuszczalna. Następnie wypracowane zadania zostają zlecone do wykonania osobom funkcyjnym poprzez system służb dyżurnych Straży Granicznej.

Dokonanie wyboru stanowi kolejny etap procesu planowania. Dowódca wybiera wariant działania, a następnie przedstawia podjęte stanowisko. Wdrażanie planu to następna faza procesu planowania. Celem tej fazy jest postawienie wszystkim uczestnikom zdarzenia zadań, które zostały określone przez dowódcę. W Straży Granicznej zadania stawiane są poprzez kontakt osobisty przełożony-podwładny lub przez system służb dyżurnych Straży Granicznej. Kontrola realizacji to ostatnia faza procesu planowania. Kontrolę dokonuje Komendant oddziału Straży Granicznej przy pomocy systemu służby dyżurnej.

Reasumując, planowanie jest to proces ustalania celów i odpowiednich działań, zmierzających do ich osiągnięcia (Stroner i in., 2001, s. 25). Powyższy proces opiera się głównie na postępowaniu według wcześniej zdefiniowanego planu. Plany są wytycznymi, dzięki którym (Stroner i in., 2001, s. 25):

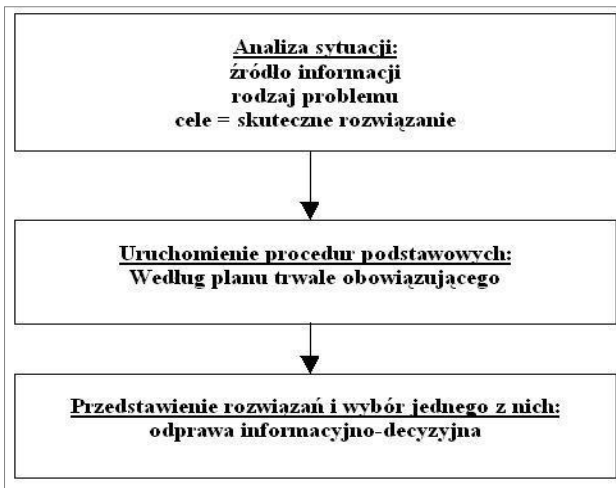
- organizacja uzyskuje i przydziela środki potrzebne do realizacji celów;
- członkowie organizacji działają zgodnie z wybranymi celami i procedurami;
- sprawdza się i mierzy postępy w realizacji celów, tak aby można było podjąć działania korygujące, jeżeli postępy te są niedostateczne.

Planowaniu towarzyszy proces podejmowania decyzji, który stanowi podstawę poszczególnych działań z zakresu zarządzania zasobami osobowymi.

6. Model zarządzania zasobami osobowymi

Poniżej przedstawiono model podejmowania decyzji w systemie zarządzania zasobami osobowymi Straży Granicznej w sytuacjach kryzysowych.

Rys. 1: Model podejmowania decyzji w systemie zarządzania zasobami osobowymi Straży Granicznej w sytuacjach kryzysowych



Źródło: Kaczmarczyk (2009, s. 130).

Model podejmowania decyzji w systemie zarządzania zasobami osobowymi Straży Granicznej w sytuacjach kryzysowych składa się z trzech etapów.

Pierwszy - analiza sytuacji - określa podstawowe zasady, które muszą być spełnione. Po pierwsze musi zostać określona wiarygodność źródła przekazującego informację o zagrożeniu. Po drugie należy określić rodzaj i zasięg zagrożenia oraz jakie skutki może ono przynieść w przypadku braku możliwości jego neutralizacji. Po trzecie należy określić cel, który ma zostać osiągnięty.

Drugi etap - uruchomienie procedur podstawowych - definiuje jedynie zastosowanie się do procedur zawartych w Planie działania oddziału Straży Granicznej w sytuacji kryzysowej. Powyższy dokument oprócz procedur postępowania na wypadek różnych zagrożeń powinien zawierać podstawę prawną działania w określonej sytuacji zagrożenia oraz wszelkie porozumienia zawarte pomiędzy Strażą Graniczną a innymi instytucjami. Porozumienia powinny zawierać informacje na temat procedur postępowania oraz hierarchii dowodzenia na miejscu zdarzenia. Ponadto w powyższym Planie powinny być zawarte wszelkie schematy (m.in.: przepływu informacji wewnątrz struktury Straży Granicznej, przepływu informacji pomiędzy Strażą Graniczną (SG) a innymi służbami, łączności, dowodzenia na miejscu zdarzenia).

Trzeci etap - przedstawienie rozwiązań i wybór jednego z nich - realizowany jest podczas odprawy informacyjno-decyzyjnej, gdzie poruszany jest problem, którego rozwiązywanie powinno odbyć się na podstawie Planu działań oddziału Straży Granicznej w sytuacjach kryzysowych. Wspomniany plan uwzględnia procedury postępowania w przypadku różnego rodzaju zagrożeń, jednak należy wziąć pod uwagę to, że może pojawić się sytuacja, która nie została opisana we wspomnianym planie, dlatego też powyższy dokument należy stosować jedynie jako element pomocniczy. Przy dokonywaniu wyboru, w jaki sposób postępować, należy dodatkowo wziąć pod uwagę:

- jaką ilością sił i środków dysponuje oddział SG do wykonania zadania w danym momencie (należy uwzględnić, że część sił i środków może być wykorzystywana w tym samym czasie do innych równie ważnych zadań);
- czy będzie potrzebna pomoc innych służb bądź jednostek samorządowych;
- czy inne służby dysponują w danej chwili odpowiednio wyszkoloną kadrą i sprzętem;
- warunki terenowe i pogodowe (np. przy nieodpowiednich warunkach atmosferycznych nie będzie mógł być użyty statek powietrzny);
- czas potrzebny na zorganizowanie zasobów zarówno w strukturach Straży Granicznej, jak i innych służb;
- jasne i przejrzyste określenie, kto jest odpowiedzialny za dowodzenie na miejscu zdarzenia oraz kto jest odpowiedzialny za wykonanie konkretnych zadań. Powyższe definicje powinny mieć również odzwierciedlenie w Planie działania oddziału Straży Granicznej w sytuacji kry-

zysowej, jednak odprawa daje możliwości doprecyzowania powyższych kwestii;

- doprecyzowanie sposobu komunikowania się; komendant może wprowadzić dowolny sposób przekazywania informacji;
- w przypadku niepowodzenia akcji, czyli nie zlikwidowania zagrożenia, należy podjąć nowe decyzje (Szerzej, Kaczmarczyk, 2009, s. 131).

Podsumowując, wszelkie decyzje podejmowane podczas prowadzenia działań powinny być analizowane, następnie powinno się wyciągać wnioski na podstawie wcześniej przeprowadzonej analizy i uwzględnić je w Planie działania Oddziału Straży Granicznej w sytuacji kryzysowej.

„Organizowanie” jest to proces doprowadzania dwóch lub więcej osób do współpracy w ramach określonej struktury stosunków, aby osiągnąć określony cel lub zbiór celów (Stroner i in., 2001).

Organizowanie w Straży Granicznej dzieli się na trzy etapy:

- podział głównego zadania na zadania cząstkowe, które przydzielane są poszczególnym funkcjonariuszom Straży Granicznej. Tego typu rozwiązanie prowadzi do specjalizacji zadań, czyli każdy funkcjonariusz staje się specjalistą w danym zakresie, a doświadczenie, które zdobywa przez cały okres służby, staje się przyczyną rozwoju tej specjalizacji;
- ustalenie hierarchii organizacyjnej, która jednoznacznie określa, kto komu podlega w strukturze Straży Granicznej;
- koordynowanie działaniami za pomocą środków łączności, takich jak telefony służbowe, radiotelefony i komputery; koordynowanie ma na celu zapewnienie sprawnego i skutecznego działania całego systemu; w Straży Granicznej koordynowanie odbywa się przy pomocy systemu służb dyżurnych.

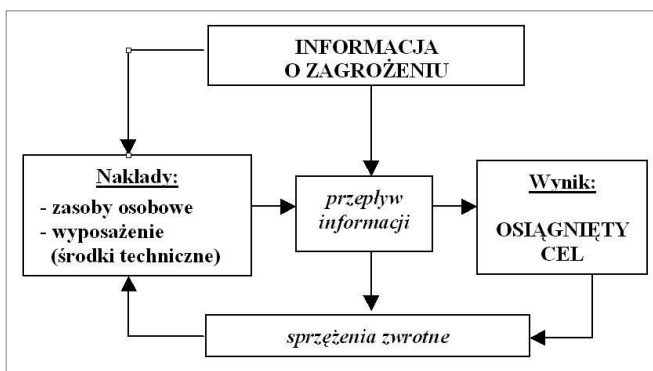
„Kontrola” to czwarta faza procesu zarządzania. Kontrola polega na porównaniu informacji o tym, co rzeczywiście następuje w trakcie wdrażania planu w życie, z preliminarzami, budżetami, programami, wzorcami opracowanymi podczas planowania (Bolesta-Kukuła i in., 1997, s. 235).

Fazy planowania i kontroli są od siebie zależne. Dzięki zastosowaniu kontroli przełożeni mają świadomość, że ich decyzje podejmowane w fazie planowania nie będą lekceważone. Kontrola ma też za zadanie wyznaczenie punktów krytycznych w systemie. Dzięki temu w dynamicznie rozwijającej się sytuacji, dokonuje się kontroli tylko wybranych obszarów. W ten sposób wprowadzony zostaje pewnego rodzaju porządek w przepływie informacji.

Niewątpliwie kontrola odgrywa istotną rolę w systemie zarządzania. Celem końcowym każdej kontroli jest podniesienie sprawności działania organizacji poprzez usuwanie nieprawidłowości, jej przyczyn i źródeł oraz pobudzenie działań konstruktywnych (Bolesta-Kukuła i in., 1997, s. 248).

Konkludując, kluczem do kontroli systemów są sprzężenia zwrotne. Ich zadaniem jest przekazywanie informacji z miejsca zdarzenia celem dokonania oceny sytuacji oraz wprowadzenia ewentualnych korekt w procesie decyzyjnym (por. rys. 2). Powyższe dane dostarczane są do poszczególnych osób funkcyjnych lub są wprowadzane do programów wspomagających proces podejmowania decyzji.

Rys. 2: Sprzężenia zwrotne w systemie zarządzania zasobami osobowymi Straży Granicznej



Źródło: Kaczmarczyk (2009, s. 135).

W Straży Granicznej często przeprowadzane są kontrole w różnych dziedzinach. Określono pewne „niepisane zasady”, wynikające z zakresów obowiązków funkcjonariuszy oraz ze struktury organizacyjnej, które mają na celu wyeliminowanie chaosu i dezinformacji podczas procesu przepływu informacji. Dzięki temu do dowodzącego nie docierają informacje od każdego funkcjonariusza biorącego udział w akcji tylko po „przefiltrowaniu” od kadry kierowniczej niższych szczebli i od służby dyżurnej operacyjnej. Cel kontroli został zdefiniowany powyżej i ma w całości zastosowanie również w formacji ochraniającej granicę państwową.

7. Podsumowanie

Model zarządzania zasobami osobowymi w Straży Granicznej w sytuacjach kryzysowych powinien zawierać podstawowe cechy, takie jak (Bolesta-Kukuła i in., 1997, s. 136-141):

- zarządzanie dotyczy przede wszystkim ludzi, którzy są najważniejszym zasobem organizacji. Celem jest takie współdziałanie wielu osób, które pozwoli zneutralizować słabości oraz maksymalnie wykorzystać talenty i silne strony uczestników;
- zarządzanie wymaga prostych i zrozumiałych wartości, celów działania i zadań, jednoczących wszystkich uczestników organizacji. Wartości i cele powinny prowadzić do ich emocjonalnego zaangażowania;
- zarządzanie powinno doprowadzić do tego, by organizacja była zdolna do uczenia się, czyli adaptacji do zmiennych warunków oraz stałego doskonalenia się uczestników, a więc nabywania przez nich nowych umiejętności, możliwości, wzorców działania;
- zarządzanie wymaga komunikowania się, czyli obiegu informacji wewnątrz organizacji oraz wymiany informacji z otoczeniem;
- zarządzanie wymaga rozbudowanego systemu wskaźników, pozwalających stale monitorować, oceniać i poprawiać efektywność działania;
- zarządzanie musi być jednoznacznie zorientowane na podstawowy i najważniejszy ostateczny rezultat, jakim jest osiągnięcie zamierzonego celu.

Warto w tym miejscu przywołać słowa Jana Nowaka Jeziorańskiego oraz chińskiego stratega Sun Tzu. To przestroga dla nas wszystkich, która mówi, że „[...] nakazem na dziś pozostaje” - jak mówił J. Nowak-Jeziorański - „nie rozbrajać się duchowo w przekonaniu, że żadne zagrożenie nigdy już nie powstanie. Trzeba być przygotowanym do mało dziś prawdopodobnego, ale zawsze możliwego najgorszego scenariusza i zachować gotowość do bronienia się własnymi siłami, jeśli chcemy, by skutecznie bronili nas inni”, gdyż „Kto zna wroga i zna siebie, temu nic nie grozi, choćby w stu bitwach. Kto nie zna wroga, a zna siebie, czasami odnosi zwycięstwo, a czasami ponosi klęskę. Kto nie zna ani wroga, ani siebie, nieuchronnie ponosi klęskę w każdej walce” (Sun Tzu, 2004, s. 72).

Słowa te, jakże trafne, mają również przełożenie na dokumenty strategiczne, m.in. w „Strategii bezpieczeństwa narodowego RP” z 2007 r. W punkcie 58 wspomnianego dokumentu zawarto zapis, który stanowi, że

„Nadrzędnym celem działań państwa w dziedzinie bezpieczeństwa wewnętrznego jest utrzymanie zdolności do reagowania, odpowiednio do zaistniałej sytuacji...”. Stąd też, z uwagi na zmieniający się charakter współczesnych zagrożeń, konieczne jest opracowanie nowych modeli narodowych systemów bezpieczeństwa, zawierających kompleksowe narzędzia zarządzania kryzysowego, w tym zarządzania zasobami osobowymi.

W tym też kontekście, jako głos w dyskusji, należy postrzegać przedstawione do tej pory rozważania odnoszące się w swej treści do problemów odzwierciedlonych w tytule. Świadomi ograniczeń wyływających z przyjętej formuły wypowiedzi autorzy wyrażają nadzieję na dalszą eksplorację tych zagadnień, która w konsekwencji prowadzi będzie do doskonalenia wszelkich form zabiegów o bezpieczeństwo obywateli RP.

LITERATURA

- Armstrong M., Zarządzanie zasobami ludzkimi. Wolters Kluwer, Kraków 2007.
- Bomba J., Wokół pojęcia kryzysu - implikacje diagnostyczne i terapeutyczne. „Zeszyty Interwencji Kryzysowej”, nr 2, 1994.
- Bolesta-Kukuła K., Chrostowski A., Kostera M., i.in., Zarządzanie teoria i praktyka. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1997.
- Bósmann E., Die ökonomische Analyse von Kommunikationsbeziehungen in Organisationen. Springer, 1967.
- Chrisidu-Budnik A., Korczak J., Pakuła A. i in., Nauka organizacji i zarządzania. Kolonia Limited, 2005.
- Encyklopedia popularna. PWN, Warszawa 1992.
- Griffin R., Podstawy zarządzania organizacjami. PWN, Warszawa 1997.
- Kaczmarczyk B., Zarządzanie zasobami osobowymi Straży Granicznej na szczeblu terenowym w warunkach zagrożenia państwa. AON, Warszawa 2009.
- Kaczmarczyk B., Studium zarządzania zasobami osobowymi Straży Granicznej. Część I, „Informator obrony cywilnej i zarządzania kryzysowego”, nr 3, 2011.
- Kaczmarczyk B., Funkcjonowanie Straży Granicznej w sytuacjach kryzysowych. W: Stawnicka J., Wiśniewski B., Socha R. (red.), Zasadnicze problemy zarządzania kryzysowego w organizacjach zhierarchizowanych. Komenda Wojewódzka Policji, Katowice 2011.

- Kitler W., Skrabacz A., Bezpieczeństwo ludności cywilnej. Pojęcie, organizacja i zadania w czasie pokoju, kryzysu i wojny. „Towarzystwo Wiedzy Obronnej”, Warszawa 2010.
- Knetki J., Wołeszo J., Więzi informacyjne stanowisk dowodzenia szczebla taktycznego wojsk lądowych SZ RP. Warszawa 2002.
- Koontz H., O'Donnel C., Zasady zarządzania. Warszawa 1969.
- Kopaliński W., Słownik wyrazów obcych i zwrotów obcojęzycznych. Warszawa 2000.
- Mażbic-Kulma B., Kałuszek A., Krakowski K. i in., Komputerowe wspomaganie podejmowania decyzji w procesie dowodzenia. Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa 2007.
- Nowak E., Kitler W., Skrabacz A., Gąsiorek K., Zarządzanie kryzysowe w sytuacji klęski żywiołowej. „Zeszyt Problematyki TWO”, nr 1 (45), 2006.
- Nowak-Jeziorański J., „Wprost”, nr 29, 1998.
- Penc J., Leksykon biznesu, Agencja Wydawnicza „Placet”. Warszawa 1997.
- Pszczółowski T., Mała encyklopedia prakseologii i teorii organizacji. Warszawa 1978.
- Rutka R., Studium czynników korygujących style kierowania w przedsiębiorstwach. Gdańsk 1984.
- Sęk H., Kryzys. W: Leksykon psychiatrii. Warszawa 1993.
- Słownik terminów z zakresu bezpieczeństwa narodowego. AON, Warszawa 2002.
- Socha R., Kaczmarczyk B., Teoretyczne i praktyczne aspekty zarządzania kryzysowego. W: Chojnacki W., Kaczmarczyk B. (red.), Optymalizacja procesów zarządzania kryzysowego. TOLDRUK, Lublin 2011.
- Socha R., Kaczmarczyk B., Wyspecjalizowane instytucje realizujące zadania na rzecz bezpieczeństwa. Część I - Formacje uzbrojone właściwe w sprawach bezpieczeństwa publicznego. Centrum Szkolenia Policji, Legionowo 2011.
- Söderström T., Stoica P., Identyfikacja systemów. PWN, Warszawa 1997.
- Strategia bezpieczeństwa narodowego Rzeczypospolitej Polskiej. Warszawa 2007.
- Strzoda M., Techniki zarządzania w organizacji zhierarchizowanej. AON, Warszawa 2006.
- Stroner J.A.F., Freeman R.E., Gilbert D.R., Kierowanie. PWE, Warszawa 2001.
- Sun Tzu, Sztuka wojny. HELION, Gliwice 2004.
- Ustawa z dnia 12 października 1990 r. o Straży Granicznej (Dz.U. 1990 Nr 171, poz. 1399 z późn. zm).

Ustawa z dnia 26 kwietnia 2007 o zarządzaniu kryzysowym (Dz.U. 2007 Nr 89, poz. 590).

Wiśniewski B. (red.), Bezpieczeństwo w teorii i badaniach naukowych. Wyższa Szkoła Policji, Szczytno 2011.

Wróblewski R., Zarys teorii kryzysu, zagadnienia prewencji i zarządzania kryzysami. AON, Warszawa 1996.

KSZTAŁCENIE ŻOŁNIERZY A WSPÓŁCZESNY MODEL SPOJRZENIA NA HISTORIĘ

THE INFLUENCE OF MODERN MODEL OF HISTORY ON THE MILITARY EDUCATION

Andrzej Rejowski*

Abstract

The military education system was lately changed. At the present moment develop activity WSOWL, which prepare the staff for to reorganize army and national economy in our education take important place history knowledge. In model of contemporary history education we have to support on truth, on facts and sources. We must consolidate objectiveness because politics try influence on teachers and to subordinate this knowledge their affairs. History to shape of nationality consciousness and deliver advantage, beneficially examples to develop patriotic attitudes. History have humanism values to make rich culture. Is very interesting knowledge, when we learn it we better to know the past, better understand laws of develop social and trace ways of future.

1. Wstęp

Proces kształcenia w szkolnictwie wojskowym ulegał w ostatnich dziesięcioleciach znacznym przemianom. Jego geneza sięga 1967 r., kiedy utworzono Wyższe Szkoły Oficerskie (WSO). Pod koniec lat 80. reorganizacja ta doprowadziła do:

1. znacznego zbliżenia programów do uczelni cywilnych w wyniku zwiększenia czasu przeznaczanego na nauczanie przedmiotów ogólnokształcących z 23% do 35%, wzrostu rangi samokształcenia, wprowadzenia porównywalnych dyplomów i dwóch języków obcych, obowiązkowego jęz. angielskiego i do wyboru jęz. niemieckiego, francuskiego lub rosyjskiego itp.;
2. likwidacji części uczelni wojskowych lub ich przekształcenia w nowe placówki w procesie łączenia poszczególnych wyższych szkół oficerskich, np. przejścia zadań Wyższej Szkoły Samochodowej w Pile przez

* prof. dr hab. Andrzej REJOWSKI, Wyższa Szkoła Oficerska Wojsk Lądowych, Wrocław.

WAT, likwidacji WSOW Panc. WSOW inż., WSOW chem., WSOW art. w 2002 r., powołania we Wrocławiu WSOWL z utworzeniem wydziałów zamiejscowych w Poznaniu i Toruniu;

3. zmniejszenia stanów osobowych w szkolnictwie wojskowym o 50% w związku z restrukturyzacją Sił Zbrojnych i ich ograniczeniem z 400.000 do ok. 100.000.

W tej sytuacji przed szkolnictwem wojskowym stanęły nowe zadania; przede wszystkim kształcić i doskonalić tę wiedzę i umiejętności, których nie można uzyskać na uczelniach cywilnych i przygotować kandydatów do objęcia konkretnych stanowisk służbowych. Jak słusznie stwierdza Jerzy Zakrzewski, absolwenci współczesnych WSO muszą w znacznie szerszym zakresie liczyć się z możliwością skierowania do pełnienia obowiązków nowych, odbiegających od dotychczasowych zadań, takich jak np. likwidacja kłęsk żywiołowych, szersze działanie w ramach oddziałów ONZ w sytuacjach kryzysowych (Zakrzewski, 1994, s. 87) itp. Stąd też na mocy decyzji Nr 311/MON z dnia 10.sierpnia 2010 r. przekształcono podstawowe jednostki organizacyjne WSOWL im. T. Kościuszki we Wrocławiu.

Powołano Wydział Nauk o Bezpieczeństwie, który w ramach studiów I i II stopnia w systemie stacjonarnym i niestacjonarnym przygotowuje studentów na dwóch specjalnościach: zarządzanie kryzysowe i bezpieczeństwo lokalne oraz inżynieria bezpieczeństwa technicznego i inżynieria bezpieczeństwa cywilnego. Absolwenci są przygotowywani do pełnienia różnych funkcji w ramach MON, administracji państwowej, w organizacji ratownictwa oraz firmach związanych z obronnością kraju. Zapewnia to umiejętność wykonywania projektów, usług i produktów sektora bezpieczeństwa zgodnie z potrzebami odpowiednich resortów.

W WSOWL powołano również Katedrę Nauk Humanistycznych, która kształci słuchaczy w zakresie wszechstronnej wiedzy humanistycznej, ugruntowania świadomości patriotyczno-obronnej i przygotowania do aktywnego uczestnictwa w życiu społecznym oraz pełnienia różnych funkcji zawodowych. Działalność dydaktyczną i badawczą rozwija też Zakład Socjologii. Równocześnie, poszczególne Wydziały i Katedry prowadzą badania naukowe w zakresie obronności i bezpieczeństwa państwa, nauk technicznych, nauk matematyczno-fizycznych i chemicznych, ochrony środowiska, kultury fizycznej, nauk społecznych i ekonomicznych oraz nauk humanistycznych.

2. Współczesny model historii

Spośród licznych przedmiotów realizowanych w ramach tego programu istotne miejsce zajmuje historia. Można ją spotkać na Wydziale Nauk o Bezpieczeństwie w postaci wykładów i ćwiczeń w zakresie historii powszechnej, historii sztuki wojennej, w Zakładzie Socjologii - jako historię socjologii, a dla słuchaczy studiów II stopnia - historię stosunków międzynarodowych i historię dyplomacji itp. W epoce współczesnych przemian cywilizacyjnych, gwałtownego rozwoju techniki elektronicznej, wzrostu znaczenia ekonomii dla dalszego postępu, a równocześnie skomplikowanej rzeczywistości, występują najrozmaitsze prognozy przyszłości. Pojawiają się cykliczne fazy wzrostów i recesji, grożących kolejnymi kryzysami nie zawsze rysując tę przyszłość w sposób klarowny. Ludzie zastanawiają się w tej sytuacji, jaki jest sens historii? Czy warto ją poznawać i uprawiać w epoce dominacji, ekonomii i techniki? Jakie ma znaczenie dla dzisiejszych i przyszłych pokoleń? Czy jest sens w tak szerokim stopniu wprowadzać ją do programów nauczania, a jeśli tak to, jaki model wychowania historycznego powinien obowiązywać? Aby odpowiedzieć na te pytania należy się zastanowić, czym jest historia i jakie jest jej miejsce we współczesnym świecie?

Sam termin historia jest pochodzenia greckiego i oznaczał badanie, wiedzę (Trzaska, 1939, s. 762). Historia pojawiła się w czasach starożytnych w odróżnieniu od społeczeństw pierwotnych, które żyły bez historii i społecznego myślenia, w izolacji (Topolski, 1976, s. 9). Początkowo oznaczała wiedzę i opowiadanie o poznanych faktach, odnoszących się również do zjawisk przyrody, później jednak ograniczono ją do człowieka i społeczności ludzkiej. W starożytności, termin „historia” odnoszono do faktów współczesnych jako przeciwstawny do „*Annales*”, który dotyczył czasów przeszłych. Już wówczas była historia równocześnie chwalona jako nauczycielka życia (historia magistra *vitae* wg Cyserona) i ganiona, gdyż niektórzy (np. Arystoteles) uważali, że nie zasługuje na miano nauki i ustępuje np. poezji, mogąc być wykorzystana jedynie w sposób służebny wobec innych gałęzi nauk (Topolski, 1984, s. 5). Za ojca historii uznaje się Herodota, który jako pierwszy użył tego słowa. Grecy i Rzymianie przypisywali historii trzy cele: upamiętnianie zdarzeń, aby nie zatarty się w ludzkiej pamięci, usprawiedliwianie i wyjaśnianie znaczenia czynów wielkich wodzów i władców oraz pouczanie współczesnych i potomnych, jak żyć, aby osiągnąć pozytywne efekty (Borkowski, 2003, s. 15).

Niezależnie od zajmowanych stanowisk dostrzegano w historii ściśle związki między nią a czasem i przestrzenią. Zastanawiano się, czy biorąc

pod uwagę wpływ czasu pewne fakty rzeczywiście się powtarzają, czy występuje cykliczność, powtarzalność procesów historycznych, czy kierują nimi jakieś prawa, czy są dziełem przypadku. W historii czas pełnił funkcję czynnika porządkującego ciąg wydarzeń i obok czasu kosmicznego czy ziemskiego (geobiologicznego) był wyznacznikiem trwania zbiorowości ludzkiej, a zarazem abstrakcyjną ramą społecznej egzystencji. Pomiar czasu w związku z potrzebami cywilizacji rolniczych, przewidywania pewnych cykli w przyrodzie, zmusiły ludzi w różnych częściach świata do opracowania odpowiednich kalendarzy, które określały bieg wydarzeń.

W starożytnej Grecji kamieniami milowymi były poszczególne olimpiady, które numerowano, a w Rzymie chronologię zapewniała data jego założenia. Pojęcie czasu, przemijanie, bardziej aktywnie akcentowali Rzymianie, natomiast Grecy, podobnie jak podróżnicy arabscy, w większym stopniu skupiali uwagę na przestrzeni. W średniowieczu filozofowie chrześcijańscy uważali, iż człowiek jest w ręku Boga ma swój początek i koniec. Tak więc historia biegnie od stworzenia świata aż do jego kresu w postaci Sądu Ostatecznego i niewiele można tu zmienić (Topolski, 1984, s. 64). Chrześcijaństwo propagowało uniwersalizm i teologię, opierając rachubę czasu od cenzury przed lub po Chrystusie. Tradycyjnie dzieje dzielono na epoki i - podobnie jak w starożytności - religię uzupełniano wydarzeniami fikcyjnymi, łączono historię z mitologią i religią (np. w starożytnej Grecji bogini Afrodyta zrodziła się z piany morskiej itp.) Jako nauka usamodzielniała się jednak historia dopiero w epoce oświecenia. Zarówno Voltaire, jak i Montesquieu sądzili, że natura ludzka jest niezmienna, wykorzystywali więc przykłady z różnych epok (Topolski, 1988, s. 15). Jako racjonalista krytycznie ustosunkowując się do dorobku średniowiecza, Voltaire odchodził zdecydowanie od mieszania faktów przyjętych za prawdziwe z mitami opartymi na fikcji, które uważał za bajki (Topolski, 1976, s. 80). W epoce oświecenia historia objęła swymi badaniami całe społeczeństwo, zwłaszcza w odniesieniu do państwa i narodu, dążąc do integralnego poznania świata.

Pod wpływem racjonalizmu i empiryzmu wzmożyły się tendencje krytyczne w stosunku do autorytetów i źródeł. Wiek XIX przyniósł zainteresowanie analizą historyczną. Historia jako nauka znalazła swoje miejsce na uniwersytetach. Pod wpływem filozofii Comte'a kształtuje się pozytywistyczne spojrzenie na historię. W analizie podkreślano potrzebę zaznaczania etapów badań - od poznania jednostkowego, poprzez obserwację do uogólnień i zestawienia większych całości. Nauki społeczne odnoszono często do wiedzy przyrodniczej. W procesach ewolucyjnych dostrzegano analogię do świata przyrody. Sięgano do naturalizmu i psychologizmu, upatrując

źródła wszelkich zjawisk społecznych w faktach ludzkiego procesu psychicznego (Topolski, 1980, s. 20).

Wiek XX przyniósł rozwój metody strukturalnej łączenia przeszłości z teraźniejszością. Wiązało się to w znacznym stopniu z rozwojem nauk socjologicznych i ekonomicznych. W ich świetle, rozgrywające się współcześnie procesy dziejowe pozwalały bowiem lepiej poznać przeszłość.

Jaki jest zatem współczesny model historii i jakie wartości powinniśmy kształtować u słuchaczy wykorzystując jej dorobek? Pierwszym a zarazem zasadniczym elementem współczesnego modelu wychowania historycznego winno być dążenie do prawdy do ukazania odległych wydarzeń zgodnie z rzeczywistością, gdyż aktualnym zadaniem historyka jest prawdziwe odtworzenie przeszłości, a nie pewnych indywidualnych i grupowych wyobrażeń nasyconych swoistą mitologią (Topolski, 1982, s. 13). Chodzi tu zatem o odrzucenie mitów i przekaz tradycji historycznej w zgodzie z faktami, adekwatnymi do odtwarzanego całości kształtu obrazu rzeczywistości. Winny one wynikać z solidnej bazy źródłowej, opierać się na zachowanych dokumentach, książkach, tekstach, opracowaniach, które wskazują fakty we wzajemnym powiązaniu. Należy rozpatrywać przeszłość jako to, czym była w swoim czasie i w swoim środowisku, ukazując współzależności między poszczególnymi częściami rzeczywistości (Moszczeńska, 1968).

3. Rola etyki zawodowej

W dobie globalizacji dużo można zmienić, dostosować materiały, z których korzystamy do warunków współczesnych, np. część podręczników i opracowań wykorzystywanych aktualnie w krajach Europy Zachodniej zawiera fakty odbiegające od rzeczywistości, polska przeszłość historyczna pokazywana jest zbyt jednostronnie. Jest to wizja martyrologiczna, obraz bezsensownych powstań, zacołania (dymiących kominów zatruwających środowisko) itp. Istnieje więc pilna potrzeba wspólnego opracowania podręczników bardziej prawdziwie ukazujących miejsce i rolę Polski w świecie. Prawda klasyczna bowiem w ujęciu logicznym i filozoficznym oznacza zgodność (adekwatność) treści sądów z rzeczywistym stanem rzeczy, których ten sąd dotyczy, lub też zgodność sądów z jakąś normą. Cechą charakterystyczną prawdy jest jej obiektywizm, a więc w prezentowanym modelu musi on znaleźć swoje odbicie. Prawdziwość twierdzeń jest potwierdzona doświadczalnie, weryfikuje się w praktyce społecznej. Problem obiektywizmu wiąże się z unikaniem tendencyjności przekazu, nadmiernego ideologizowania

faktów. Stąd też obiektywizm winien się łączyć z neutralnością ideologiczną. Część historyków prezentuje bowiem tzw. relatywizm historyczny.

Historyk - podobnie jak szereg innych zawodów, takich chociażby jak dziennikarz, prokurator, nauczyciel itp. - jest narażony na zewnętrzne naciski i oddziaływania, co prowadzi do zniekształcania prawdy. Tak samo negatywnie mogą wpływać własne przekonania i przesady zwłaszcza, gdy wyrażają skrajne opinie i poglądy (Kieniewicz, 1982, s. 133). W tej sytuacji w prezentowanym modelu zawsze powinniśmy pamiętać o zasadach etyki zawodowej i unikać przemycania treści ideologicznych związanych z tą czy inną partią polityczną. Jeżeli chcemy obiektywnie przekazywać fakty nie możemy traktować historii wybiórczo. Wykorzystywać tylko to, co nam się podoba i pomijać to, co jest nam niewygodne. Historia, co obserwujemy również współcześnie, jest niejednokrotnie na usługach polityki. Niektórzy sięgają do przeszłości w celu osiągnięcia doraźnych korzyści materialnych, działając w zgodzie z interesami tych, którzy rządzą teraźniejszością (Mróz, 1985, s. 71). Polityk nie powinien być wzorcem dla historyka, gdyż w swych wystąpieniach wykorzystuje często starannie dobraną argumentację unikając faktów, które wprawiają go w zakłopotanie (Webb, 1994, s. 9). Natomiast historyk, jeśli chce obiektywnie przedstawić rzeczywistość musi pokazać wszystkie pozytywy i negatywy minionych wydarzeń, traktować je całościowo. Fakty historyczne stanowią bowiem część integralnego procesu historycznego, nie tylko dorobek wiedzy o progu osiągniętym w badanym okresie przez daną dziedzinę życia, lecz także rzucają światło na ówczesny poziom cywilizacyjny społeczeństwa jako całości (Bobińska, 1964, s. 26).

4. Model kształcenia historycznego

W I połowie XX w. w USA toczyły się zacięte spory, czy istnieje możliwość osiągnięcia prawdziwej, obiektywnej wiedzy o przeszłości (tzw. prezytyści twierdzili, że nie można, obiektywnie zaś odwrotnie, iż jest to osiągalne w praktyce) (Buxiński, 1979, s. 74). Wydaje się, że w procesie budowania współczesnego modelu wychowania historycznego powinniśmy korzystać z tych osiągnięć myśli amerykańskiej, która w znacznym stopniu przyczyniła się do szerszego wypuklenia problematyki obiektywizmu i prawdziwości wiedzy o przeszłości ludzkiej.

Obok kryterium prawdy w modelu kształcenia historycznego studentów istotne miejsce powinno zająć kształtowanie świadomości narodowej. Gdy mówi się o roli historii w życiu społecznym, podkreśla się często wartość edukacyjną, potrzebę podniesienia wiedzy o człowieku, aby wyciągnąć

odpowiednie nauki wypływające z przeszłości dla lepszego, bardziej prawidłowego przewidywania przyszłości (Topolski, 1976, s. 6). Bez znajomości historii trudno prognozować ewentualne przyszłe wydarzenia. Grozi nam bowiem zamknięcie się w kręgu dogmatycznym i schematycznym, oderwanie od rzeczywistości, która była i ewentualnie będzie. Na historię składają się zatem nie tylko wydarzenia, które można znaleźć w licznych opracowaniach, książkach, filmach, pomnikach, ale także fakty, które stają się często obiektem społecznej dyskusji, interpretacji, rozważania nad tym, co warto zapamiętać, a o czym lepiej zapomnieć, gdyż nie przynosi nam współcześnie chwały (Sińczuk, 2011, s. 195). Ucząc historii, wskazuje się na wzorce i odrzuca się antywzorce.

Należy zwrócić uwagę na osąd historii, która po latach oceni, kto postępował słusznie, a kto błędził, wymierzy sprawiedliwość. Przykładów takiego działania można podać wiele, np. żywą dyskusję w ostatnich latach wzbudziły książki prof. Grossa. Ukazały one różne postawy ludzkie. Postawy jako istotny składnik osobowości, wyrażający się w skłanianiu do zachowań w określony sposób wobec innych osób, sytuacji, problemów, wyrażając akceptację lub odrzucenie. W tym ujęciu mieliśmy w czasie II wojny światowej postawy bohaterstwa, poświęcenia w celu ratowania innych od zagłady, a z drugiej strony płonącą stodołę w Jedwabnem i pogromy Żydów w innych miejscowościach. Ocena tych faktów jest oczywista.

Pozytywne walory dydaktyczne właściwych postaw dostrzegano i wykorzystywano już w starożytności. Stąd sławiono czyn Leonidasa, obrońcy Termopil (480 r.), który na czele 300 Spartan walcząc do końca w beznadziejnej sytuacji starał się zatrzymać armię króla perskiego Kserksesa I, a w naszej historii szturm na Samosierrę, walki na Westerplatte, zdobycie Monte Cassino itp. Mówiąc o wzorcach osobowych i ich roli w kształtowaniu postaw wspomina się matkę króla Jana III Sobieskiego, która w młodości prowadziła go do grobu jego ciotecznego dziadka hetmana Stanisława Żółkiewskiego, by tam uczyć go patriotyzmu. Te postawy kształtowano później, sięgając do życiorysów Żółkiewskiego, Chodkiewicza, Kościuszki (Kula, 1988, s. 153).

Zmaterializowanym przykładem stosunku naszego społeczeństwa do bohaterów przeszłości są nośniki pamięci narodowej w postaci pomników, np. powstańców Warszawy, św. Maksymiliana Kolbe, mjr Jana Piwnika, Katynia itp. (Kula, 2002, s. 101). Te właśnie symbole funkcjonują w naszej świadomości narodowej i kształtują tę świadomość. Jeśli pragniemy określić zasady tego postępowania, to rola historii w kształtowaniu postaw patriotycznych jest niewątpliwa. Ukazuje służbę dla Polski, przedkładanie dobra

kraju ponad korzyści osobiste. Jest to poświęcenie w czasie wojny na polu walki i pozytywna praca dla Polski w czasie pokoju, podnoszenia jej pozycji i rangi we współczesnym świecie. Wpływ takiego przekazu na postawy młodzieży jest niewątpliwy. Jak stwierdził Jerzy Gałęski na podstawie badań prowadzonych w 1993 r. w sprawie poglądów patriotyczno-obronnych młodego pokolenia 72% badanych posiadało prawidłowo ukształtowane postawy w tym zakresie (Gałęski, 1994, s. 231). Wynikało to m.in. z właściwych form kształcenia historycznego i wykorzystania odpowiednich wzorców osobowych. Nasza współczesna świadomość i mentalność ma bowiem korzenie w przeszłości. Stąd niezbędna jest dokładna znajomość tego co było, aby lepiej zrozumieć drogi przemian, określenia naszej pozycji między Wschodem a Zachodem. Pozwala to na bardziej racjonalne ustosunkowanie się do innych, pomaga w kształtowaniu związków między tym co jest, a tym co było, ułatwia właściwe kierowanie swym postępowaniem (Kieniewicz, 1982, s. 176).

Zastanawiając się nad modelem kształcenia historycznego należy wreszcie podkreślić, że jest to nauka ciekawa, którą należy uprawiać dla jej walorów humanistycznych, ukazuje odmienność innych środowisk i kultur rozszerza oraz wzbogaca dorobek kulturalny ludzkości. W epoce globalizacji, gdy jesteśmy zalewani zachodnimi filmami sensacyjnymi, o nie zawsze wysokich walorach artystycznych, badania nad świadomością historyczną wskazują na zależność historycznego postrzegania świata od swej kultury, tradycji narodowej i lokalnych możliwości (pamięć rodzinna i zbiorowa, literatura, film itp.) oraz współtworzą świadomość narodową, na którą równocześnie wpływa edukacja historyczna (Wrzosek, 1999, s. 13). W tym procesie dużą rolę odgrywają również media, tzw. czwarta władza, która poprzez prezentowanie treści w dyskusjach, filmach, programach informacyjnych kształtuje postawy i poglądy społeczeństwa na przeszłość i perspektywę przyszłości.

5. Podsumowanie

Podsumowując ustalenia dotyczące modelu kształcenia świadomości historycznej studentów WSOWL należy zwrócić większą uwagę na przekaz prezentowanych treści, zbliżyć go maksymalnie do obiektywnej prawdy. W oparciu o rzetelne źródła faktów historycznych należy dążyć do kształtowania postaw patriotycznych, a nie do obiegowych mitów. W tym procesie należy również wykorzystać właściwe wzorce osobowe, wskazując na wzajemne związki i współzależności ze współczesnym rozwojem kultury, jak

również podkreślać aktualną rolę historii w Polsce i na świecie, która pozwala oceniać poszczególne zjawiska i wydarzenia przeszłości oraz lepiej zrozumieć drogi prowadzące nas w przyszłość.

LITERATURA

- Bobińska C., Historia, fakt, metoda. Warszawa 1964.
- Borkowski R., Sens historii/modele czasu historycznego. Kraków 2003.
- Buksiński T., Problemy obiektywności wiedzy historycznej. Poznań 1979.
- Kieniewicz S., Historyk a świadomość narodowa. Warszawa 1982.
- Kula W., Wokół historii. Warszawa 1988.
- Kula M., Nośniki pamięci historycznej. Warszawa 2002.
- Mróz M., Po co nam historia. Warszawa 1985
- Moszczerńska W., Metodologia historii, zarys krytyczny. Warszawa 1968.
- „Przegląd historyczno-wojskowy”, R. XII, Nr 2, Warszawa 2011.
- Trzaska W., Evert L., Michalski J., Encyklopedyczny słownik wyrazów obcych. Warszawa 1939.
- Topolski J., Świat bez historii. Warszawa 1976.
- Topolski J., Metodologia historii. Warszawa 1984.
- Topolski J., Historia i życie. Lublin 1988.
- Topolski J., Nowe idee we współczesnej historiografii. Poznań 1980.
- Topolski J., Prawda i model w historiografii. Łódź 1982.
- Webb D., Jak osiągnąć sukces. Warszawa 1994.
- Wrzosek W., Historia-wartości-edukacja. W: Wartości edukacji historycznej, Bydgoszcz 1999.
- Zakrzewski J., Miejsce edukacji wojskowej w Siłach Zbrojnych i systemie edukacji narodowej. „Edukacja dla bezpieczeństwa”, AON, Warszawa 1994.
- Żuber M., Kulczycki M., Per aspera ad astra. Wrocław 2009.



AKADEMIA POLONIJNA POLONIA UNIVERSITY

PARTNERZY /PARTNERS

- LINGUAPOL
- CCIQ

KORZYŚCI /BENEFITS

- WYSOKIE STYPENDIA
/HIGH SCHOLARSHIPS
- STUDIA I PRACA
/STUDIES AND WORK
- CERTYFIKATY: ECDL, LCCI
/ECDL, LCCI CERTIFICATES
- ERASMUS

OFERTA /OFFER

- STUDIA LICENCJACKIE /BACHELOR DEGREE
- STUDIA MAGISTERSKIE /MASTER DEGREE
- MIĘDZYNARODOWE STUDIA DOKTORACKIE
/PH.D. PROGRAMME
- STUDIA PODYPLOMOWE
/POSTGRADUATE STUDIES
- MAS - MASTER OF ADVANCED STUDIES
- MBA - MASTER OF BUSINESS
ADMINISTRATION
- KURSY JĘZYKOWE /LANGUAGE COURSES



EDHEC
BUSINESS SCHOOL



www.ap.edu.pl | Akademia Polonijna ul. gen. Kazimierza Pułaskiego 4/6 42-200 Częstochowa Tel.: +48 34 368 42 26 Fax: +48 34 324 96 62 | info@ap.edu.pl