

ZESZYTY NAUKOWE

MAŁOPOLSKIEJ
WYŻSZEJ SZKOŁY EKONOMICZNEJ
W TARNOWIE

ZESZYT 7

PRACE Z ZAKRESU
INFORMATYKI I ZARZĄDZANIA

Pod redakcją
JACKA WOŁOSZYNA

TARNÓW 2005

Recenzent: dr hab. Paweł Lula

Opracowanie redakcyjne: Halina Latowska

© Copyright by
Małopolska Wyższa Szkoła Ekonomiczna w Tarnowie
Tarnów 2005

Wydanie I
Ark. wyd. 15,5; ark. druk. 15,00; nakład 350 egz.
Skład komputerowy: „MarDruk” — Marcin Herzog
Kraków, ul. Mazowiecka 25/203
Druk i oprawa: Wydawnictwo i Drukarnia Secesja
Kraków, ul. Rzemieślnicza 7

Printed in Poland

Spis treści

Słowo wstępne	5
KAZIMIERZ BARWACZ, <i>Znaczenie kultury organizacyjnej w procesie zarządzania wiedzą</i>	7
ANNA BELNIAK, <i>Marketing partnerski w erze globalizacji</i>	19
LESZEK KOZIOŁ, <i>Wybrane aspekty komunikacji interpersonalnej w firmie</i>	27
MICHAŁ KOZIOŁ, <i>Bezpieczeństwo i ochrona systemów informatycznych</i>	41
MAŁGORZATA KUŹNIK-URBAN, WIT URBAN, <i>Wykorzystanie funkcji wykładniczej w modelowaniu dynamiki pola pod wykresem funkcji przynależności w rozmytych szeregach czasowych</i>	55
KATARZYNA MICHALIK, <i>Stosowanie nagród i kar w organizacji</i>	73
JANUSZ MORAJDA, <i>Sieci neuronowe i ich wykorzystanie w analizie danych ekonomicznych na przykładzie prognozowania sprzedaży energii elektrycznej</i>	87
JANUSZ MORAJDA, <i>Wykorzystanie perceptronowych sieci neuronowych w zagadnieniu wyceny nieruchomości</i>	101
ROBERT PANEK, <i>Wspieranie rozwoju sektora małych i średnich przedsiębiorstw w Polsce i w Unii Europejskiej</i>	109
ANNA PIECHNIK-KURDZIEL, <i>Podjęmowanie decyzji personalnych</i>	127
RADOSŁAW PYREK, <i>Specyfika informacji i jej rola w zarządzaniu przedsiębiorstwem</i>	141
WIT URBAN, <i>Analiza zbieżności funkcji przynależności w rozmytym szeregu czasowym</i>	157
ANNA WOJTOWICZ, WITOLD WOJTOWICZ, <i>Proces informatyzacji i budowy systemu informatycznego zarządzania w organizacji non profit. Studium przypadku</i>	169
JACEK WOŁOSZYN, <i>Obliczeniowe aspekty modelowania systemów chaotycznych</i>	181
JACEK WOŁOSZYN, <i>Symulacyjne badanie stabilności numerycznej odcinkami liniowych modeli systemów chaotycznych</i>	191
PAWEŁ WOŁOSZYN, <i>Ergodyczność i własność mieszania w chaotycznej dynamice systemów komputerowych</i>	201
PAWEŁ WOŁOSZYN, <i>Wybrane zagadnienia projektowania interfejsu człowiek-komputer dla osób niepełnosprawnych</i>	213
EWA ZYCH, <i>Podatkowe i fiskalne bariery rozwoju małych i średnich przedsiębiorstw w turystyce</i>	221
Summaries	235

Table of Contents

Foreword	5
KAZIMIERZ BARWACZ, <i>The Importance of Organizational Culture in the Process of Knowledge Management</i>	7
ANNA BELNIAK, <i>Marketing Based on Partnership in the Era of Globalization</i>	19
LESZEK KOZIOŁ, <i>Chosen Aspects of Interpersonal Communication in a Company</i>	27
MICHAŁ KOZIOŁ, <i>Safety and Protection of Information Systems</i>	41
MAŁGORZATA KUŹNIK-URBAN, WIT URBAN, <i>Application of Exponential Function for Modeling the Dynamics of a Field Beneath a Graph Representing Membership Function in Fuzzy Time Series</i>	55
KATARZYNA MICHALIK, <i>The Use of Rewards and Penalties in an Organization</i>	73
JANUSZ MORAJDA, <i>Neural Networks and Their Use in Analysis of Economic Data Based on the Example of Electric Energy Sales Forecast</i>	87
JANUSZ MORAJDA, <i>Applying Perceptron-based Neural Networks in Property Valuation</i>	101
ROBERT PANEK, <i>Supporting the Development of a Small and Medium-sized Companies Sector in Poland and European Union</i>	109
ANNA PIECHNIK-KURDZIEL, <i>Making Personnel Decisions</i>	127
RADOSŁAW PYREK, <i>Particularity of Information and its Role in Company Management</i>	141
WIT URBAN, <i>Analysis of Membership Function Convergence in Fuzzy Time Series</i>	157
ANNA WOJTOWICZ, WITOLD WOJTOWICZ, <i>The Process of Implementing Information and Building Information Systems in the Management of a Non-profit Organization. Case Study</i>	169
JACEK WOŁOSZYN, <i>Computing Aspects of Chaotic System Modeling</i>	181
JACEK WOŁOSZYN, <i>Simulation Testing of Numerical Stability with Piecewise Linear Models of Chaotic Systems</i>	191
PAWEŁ WOŁOSZYN, <i>Ergodicity and the Mixing Property in the Chaotic Dynamics of Computer Systems</i>	201
PAWEŁ WOŁOSZYN, <i>Selected Problems of Designing a Human-computer Interface for the Disabled</i>	213
EWA ZYCH, <i>Tax and Fiscal Barriers Formed in Tourism against the Development of Small and Medium-sized Companies</i>	221
Summaries	235

Słowo wstępne

Kolejny, siódmy już zeszyt, z serii Zeszytów Naukowych Małopolskiej Wyższej Szkoły Ekonomicznej w Tarnowie ma wyraźnie charakter interdyscyplinarny. Są w nim zamieszczone prace stanowiące wynik badań naukowych Katedry Informatyki i Metod Ilościowych oraz Katedry Zarządzania MWSE, a także prace powstałe w innych ośrodkach naukowych — między innymi w uczelniach krakowskich: Akademii Ekonomicznej oraz Akademii Górniczo-Hutniczej. Jest to w dużej mierze rezultatem postępującej integracji różnych jednostek naukowych na polu działalności badawczej, a także sukcesywnym podejmowaniem przez Małopolską Wyższą Szkołę Ekonomiczną coraz szerszej współpracy międzyuczelnianej i międzyśrodowiskowej w obszarze nauki.

Wśród publikowanych prac wyróżnić można kilka nurtów i obszarów badawczych. Rozważane są między innymi zagadnienia dotyczące komunikacji w przedsiębiorstwie i jej znaczenia w praktyce nowoczesnych przedsiębiorstw, zwłaszcza takich, które mają zdecentralizowane, elastyczne struktury organizacyjne i oparte są na pracy zespołowej. Przedstawione zostało także zagadnienie wpływu karania i nagradzania pracowników w procesie pracy i ich powiązanie z systemem motywacji. Wiąże się z tą tematyką kwestie identyfikowania i rozwiązywania problemów personalnych, co składa się na podejmowanie decyzji w sferze zarządzania personelem w przedsiębiorstwie.

Pomiędzy różnorodnymi zagadnieniami prezentowanych w zbiorze prac składających się na niniejszy zeszyt występują również procesy informacyjne i zarządzanie informacją, a także rola systemu informacji strategicznej w efektywnym zarządzaniu przedsiębiorstwem. Łączy się z tym również problem znaczenia kultury organizacyjnej w procesie zarządzania wiedzą. Celem pracy o tej tematyce jest przedstawienie wzajemnych związków istniejących między zarządzaniem wiedzą a kulturą organizacyjną traktowaną jako determinanta implementacji zarządzania wiedzą. Kolejne prezentowane prace dotyczą zagadnienia wspierania rozwoju sektora małych i średnich przedsiębiorstw w Polsce i innych krajach Unii Europejskiej oraz zagadnienia znaczenia tego sektora we wdrożeniu gospodarczym i rozwoju społecznym.

Spora liczba prac znajduje się w obszarze informatyki i jej zastosowań oraz metod i narzędzi wykorzystywanych w analizie dynamiki i modelowaniu systemów, a także adaptowaniu do tych zagadnień podejścia z zakresu sztucznej inteligencji. Ważnym zagadnieniem jest bezpieczeństwo i ochrona systemów informa-

tycznych oraz metodyka tworzenia i doskonalenia polityki bezpieczeństwa informacji. Wymienić należy również problematykę sieci neuronowych i ich zastosowań w ekonomii oraz tematykę zaawansowanej analizy zagadnień związanych z teorią zbiorów rozmytych i ich wykorzystania w badaniach ekonomicznych. Z obszarem informatyki i sztucznej inteligencji związane są rozważania dotyczące projektowania interfejsu człowiek — komputer dla osób niepełnosprawnych.

Na uwagę zasługują również prace dotyczące problematyki chaosu deterministycznego i jego różnorodnych przejawów w związku z dokładnością obliczeń realizowanych przy wykorzystaniu techniki cyfrowej. Prezentowana jest także tematyka ergodyczności i własności mieszania w chaotycznej dynamice systemów komputerowych.

Jak wynika z przedstawionego powyżej bardzo szerokiego spektrum tematycznego prac badawczych oraz dużej różnorodności ośrodków naukowych, do których należą autorzy publikowanych prac, bieżący zeszyt można by traktować jako załączek czasopisma naukowego o międzyśrodowiskowym zasięgu. W imieniu Rektora Małopolskiej Wyższej Szkoły Ekonomicznej zachęcam do lektury prac zawartych w tym Zeszycie Naukowym.

Jacek Wołoszyn

KAZIMIERZ BARWACZ

Znaczenie kultury organizacyjnej w procesie zarządzania wiedzą

1. Uwagi wstępne

Spostrzeżenia i doświadczenia z ostatnich lat pozwalają stwierdzić, że konsekwentnie zmierzamy ku społeczeństwu wiedzy, a skoro tak, to również w kierunku gospodarki, w której wiedza staje się kluczowym zasobem. Pracownicy o wysokich kwalifikacjach będą poszukiwani na rynku pracy i przesądzać o konkurencyjności swoich firm. To właśnie ci pracownicy stanowią we współczesnej gospodarce motor napędowy wszelkiego postępu i rozwoju ekonomicznego światowej gospodarki. Wiedza, umiejętności oraz kreatywność pracowników decydują, czy wykorzystają oni te instrumenty efektywnie, a zwłaszcza, czy wykorzystają je lepiej od konkurencji. Dlatego we współczesnej gospodarce coraz mniej będzie zależało od zarządzania zasobami finansowymi i materialnymi, a coraz więcej od umiejętności wykorzystania aktywów niematerialnych (tj. wiedzy, umiejętności, własności intelektualnej, dobrych relacji z otoczeniem itp.) [M. Strojny 2/2000]. Kwestie te stanowią przedmiot i zakres badań zarządzania wiedzą ZW (*Knowledge Management*), które urosło do rangi metody zarządzania. Wykorzystanie teoretycznych podstaw zarządzania wiedzą w praktyce może przynieść wymierne korzyści w postaci m.in. wzrostu wartości aktywów niematerialnych organizacji, znacznych oszczędności, a w ostatecznym rachunku wzrost konkurencyjności przedsiębiorstwa na rynku.

Celem artykułu jest przedstawienie wzajemnych związków istniejących między wiedzą i zarządzaniem wiedzą z jednej strony a kulturą organizacyjną KO (*Organisational Culture*) firmy ze strony drugiej. Szczególnie wiele miejsca poświęcono na ukazanie kultury organizacyjnej jako determinanty implementacji zarządzania wiedzą. W ostatniej części artykułu przedstawiono zarys metodyki diagnozowania kultury organizacyjnej w procesie implementacji koncepcji zarządzania wiedzą.

2. Kultura organizacyjna — treść i zakres pojęcia

Badania wskazują, że organizacje wprowadzające programy zarządzania wiedzą są efektywniejsze od tych, które takich programów nie realizują. Dlatego co-

raz większą uwagę przywiązuje się do identyfikacji determinant, zwłaszcza barrier, implementacji tej koncepcji w praktyce. Jedną z nich jest niewątpliwie kultura organizacyjna. Problem sprowadza się więc do stworzenia takiej kultury organizacji, która stymuluje współpracę zatrudnionych. Jednostki nie są w stanie rozwiązać wielu problemów, tworzy się więc interdyscyplinarne zespoły, które szybciej i lepiej mogą odpowiedzieć na wyzwania stojące przed firmą, głównie za sprawą potencjału intelektualnego jakim dysponują. W przedsiębiorstwach ogromne znaczenie ma zatem rozwijanie transferu wiedzy, by uniknąć sytuacji, gdy wraz z odejściem pracownika, członka zespołu firma traci znaczny zasób wiedzy, jaką dysponował tylko odchodzący.

Istnieją różne sposoby zwiększania efektywności działań firmy, jej obecności na rynku. Jednym z nich — trudnym, ale dającym długofalowe, wymierne efekty — jest świadome budowanie kultury oraz klimatu organizacji sprzyjającemu dzieleniu się wiedzą.

Kultura organizacji to pewien system norm, wartości i celów. Rozpatrując wpływ kultury na zarządzanie firmą zwyczajowo uznaje się wpływ wartości i norm występujących w danym kraju i wpływających na zachowania ludzi pracujących w różnego rodzaju instytucjach, w tym w organizacjach gospodarczych. Uznaje się, że wartości i normy różnicują sposoby postępowania różnych narodów i krajów. Działania o charakterze gospodarczym i zarządczym będą zatem różniły się w zależności od kultury danego kraju, która miałaby wpływać na to, co dzieje się w organizacjach gospodarczych. Często w języku potocznym używa się stwierdzenia, że np. „Polska nie ma tradycji dobrego gospodarowania”, bądź, że „Polacy nie potrafią dobrze pracować i organizować pracy”. Wszystkie te stwierdzenia wskazują na podstawę tych działań, mówiąc Polska, mamy tutaj na myśli pewne elementy kultury predestynujące nas, poprzez proces wychowania, do pewnego rodzaju zachowań [K. Konecki, P. Tobera 2001, s. 2].

Każda grupa ludzi — zarówno towarzyska, jak i formalna, pracownicza — tworzy pewne wspólne wzorce pożądaných i niepożądaných postaw, zachowań, sposobów rozwiązywania problemów. Do kwestii związanych z kulturą i klimatem w firmie można podchodzić na dwa sposoby: albo świadomie wpływać na procesy związane z ich budowaniem lub przemianami, albo je ignorować, pozwalając, by sprawy biegły własnym nurtem. Ignorując je rezygnujemy z efektywnej metody wpływania na sukces firmy

Wśród przyczyn zainteresowania kulturą organizacji najczęściej wymienia się [A. Marciniak 2003, s. 1]:

- poszukiwanie alternatywnych modeli i metod badawczych, powrót do metod jakościowych,
- poszukiwanie nowych źródeł przewagi konkurencyjnej,
- potrzeby praktyki — próba przypisania różnicom kulturowym „japońskiego sukcesu” z jednej strony i kryzysu na zachodzie z drugiej,

— względy społeczne — wzrost zainteresowania socjologią, psychologią, a także symbolizmem i mitologią,

— względy komercyjne — kultura organizacji stała się pojęciem modnym w mediach.

Analizując literaturę przedmiotu można stwierdzić, że znaczenie kultury organizacyjnej budzi wciąż wiele sporów i kontrowersji. Jest to jednak zrozumiałe z uwagi na wieloznaczność pojęcia kultury z jednej strony, a zróżnicowanie oczekiwań co do możliwości wyjaśnienia w kategoriach analizy kulturowej rozmaitych zjawisk organizacyjnych. A.L. Kroeber, C. Kluckhohn przeanalizowali kiedyś 160 definicji kultury określonych z pozycji antropologii, socjologii, psychologii i innych dyscyplin, dochodząc do wniosku, że kultura jest ciągle rzeczywistością do wyjaśnienia i jako taka nie może wyjaśniać innej rzeczywistości [Cz. Sikorski 1999, s. 231].

Analizując przykłady definicji kultury organizacyjnej można wyodrębnić założenia, którymi posługują się badacze tworząc definicje tego zjawiska, a mianowicie:

1. Kultura nie jest czymś, co organizacja ma, tylko kultura jest czymś, czym organizacja jest.

2. Kultura istnieje w organizacji, organizacja po prostu ma kulturę.

3. Kultura traktowana jest wyłącznie jako pojęcie, a nie rzecz. Rzecz może zostać odkryta a prawda na jej temat w miarę łatwo ustalona poprzez badania empiryczne, rzecz jest albo jej nie ma. Pojęcia zaś tworzone są w ludzkich myślach, ludzie nadają im sens [L. Zbiegień-Maciąg 2002, s. 13].

4. Rozróżnia się kulturę organizacyjną w zależności od tego czy dotyczy sposobu działania, czy sposobu myślenia.

5. Kulturę organizacyjną definiuje się w kategoriach wartościowania lub opisywania [Cz. Sikorski 1999, s. 222].

Można stwierdzić za L. Zbiegień-Maciąg, że większość badaczy, niezależnie od wyznawanych poglądów osiąga kompromis w następujących stwierdzeniach: [L. Zbiegień-Maciąg 2002, s. 13]:

a) kultura w organizacji istnieje,

b) każda kultura jest niepowtarzalna, unikatowa, jedyna wyjątkowa,

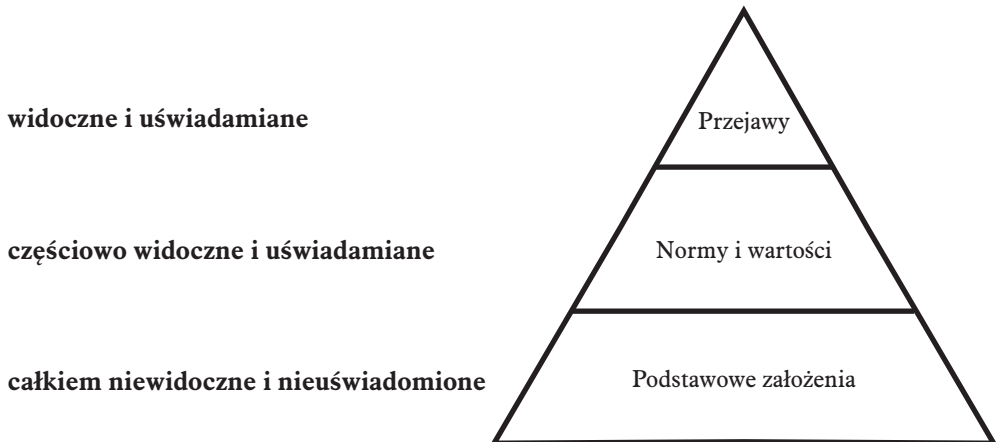
c) kultura jest budulcem pożądanых zachowań organizacyjnych, tożsamości wewnętrznej firmy i jej wizerunku zewnętrznego.

Mimo że osiągnięto zgodność w dziedzinie istnienia kultury, jej wyjątkowości i celów, jakie ma spełniać, to obszar działania dla badaczy zajmujących się kulturą w organizacji jest dość szeroki. Przegląd różnych definicji i poglądów badaczy potwierdza fakt znacznej dowolności interpretacyjnej terminów „kultura organizacyjna” czy „kultura organizacji”, dlatego w niniejszym artykule terminy te traktowane będą jako jednoznaczne. Takie traktowanie problemu jest zgodnie z definicją klasyka i znawcy kultury E. H. Scheina, który określa kulturę organizacyjną jako zespół rozsądnych reguł postępowania, odkrytych ustanowionych

i rozwiniętych przez grupę, służących do zmagania się z problemem wewnętrznej integracji i zewnętrznym dostosowaniem, które dzięki wystarczająco dobremu działaniu wytyczają nowym członkom sposób myślenia i odczuwania w aspekcie wspomnianych problemów.

Rysunek 1

Model kultury organizacyjnej wg Scheina



Źródło: [L. Zbiegień-Maciąg, 2002, s. 22].

Powyższa definicja w szczególności sposób akcentuje postępowanie zespołowe niezbędne do zaakceptowania wspólnych celów. Wiedza jest podstawową wartością nowoczesnej organizacji, a zdolność wprowadzania zmian uzależniona jest od posiadania określonej wiedzy, będącej efektem uczenia się. Zarządzanie wiedzą oznacza tworzenie, udostępnianie oraz efektywne wykorzystanie przez organizację wiedzy powstałej z powiązania informacji. Zarządzanie wiedzą zmierza w kierunku wypracowania metod i technik umożliwiających efektywny przebieg procesów tworzenia, gromadzenia i wykorzystania wiedzy. Istotą zarządzania wiedzą stanowi konieczność ciągłego uczenia się. Specyfika tego ujęcia: uczenie się — zmiana — wiedza, wymaga przyjęcia nowych założeń i wartości kulturowych [M. Brzeziński 3/2000].

3. Wzajemne relacje pomiędzy kulturą organizacyjną a zarządzaniem wiedzą

Proces tworzenia, udostępniania oraz efektywne wykorzystanie przez organizację wiedzy można przyspieszyć poprzez zbudowanie nowoczesnej kultury organizacyjnej. Wymaga ona przede wszystkim podmiotowego traktowania ludzi niezależnie od funkcji, jakie pełnią oni w przedsiębiorstwie. Takie podejście wiąże się

ze zwiększeniem czasu na planowanie działań, przedstawianie ich pracownikom, tłumaczenie zasadności, rozpraszenie wątpliwości. Wymaga szeregu spotkań, działań zespołowych i dobrej komunikacji. Wszystko po to, aby faza realizacji była krótsza, pozbawiona błędów i nie wymagała tak szczegółowej kontroli i sterowania. Kultura organizacyjna obejmuje niejednorodne aspekty. Składają się na nią podstawowe wartości przedsiębiorstwa, które łącznie z celami ekonomicznymi nadają sens jego działalności i stanowią ramy, w których przedsiębiorstwo powinno funkcjonować, a więc także granice, których nie może przekraczać. Kultura obejmuje także takie aspekty, jak formy współistnienia jednostki z innymi pracownikami, miejsce klientów i sposób ich traktowania, znaczenie przywiązywane do różnych funkcji i aspekt podstawowy, czyli sposób komunikowania się wewnątrz organizacji i firmy z otoczeniem. Jednym z najistotniejszych elementów kultury organizacyjnej jest styl porozumiewania się. Budowanie kultury organizacyjnej polega zatem na jej formowaniu i upowszechnianiu, co nie jest możliwe bez [L. Kozioł 2002, s. 348]:

— odpowiedniej komunikacji, która „pracuje” na rzecz budowania kultury organizacyjnej, a zarazem kultura ukształtowana na danym etapie jest ważnym czynnikiem funkcjonowania komunikacji,

— odpowiedniej rekrutacji, czyli elementu kultury organizacyjnej, a więc ludzi i sposobu ich reagowania, zachowania. Firmy rekrutują ludzi, którzy pasują do ustalonej kultury, do określonego sposobu wykonywania działań, tym samym podtrzymując stabilny system.

Aby osiągnąć zmianę na poziomie organizacyjnym najpierw muszą nastąpić zmiany na poziomie indywidualnym. Bazą tych zmian jest możliwość uczenia się, która jest dostępna każdemu człowiekowi. Uczenie się może następować w wielu obszarach. Najprostszy jest obszar uczenia się nowych zachowań. Następny bardziej skomplikowany i wymagający więcej czasu obszar umiejętności. Kultura organizacji jest więc przewodnikiem po akceptowanych wzorach zachowań, wyznacznikiem norm i standardów. Pełni rolę istotnego czynnika w zarządzaniu zasobami ludzkimi — może być siłą wspomagającą lub niszczącą rozwój wiedzy w organizacji. Zarządzający firmami powinni koncentrować się na rozwoju takiej kultury, która wspomaga wewnętrzną przedsiębiorczość, kreatywnie podchodzi do nowych problemów, akceptuje porażki i potknięcia w trakcie nowatorskich rozwiązań oraz wspomaga wymianę informacji i komunikację wewnętrzną. Praktyki firm wyrosłe z kultury organizacyjnej są własnością firmy i źródłem jej przewagi konkurencyjnej. Efektywność kultury organizacyjnej jest uzależniona od stopnia, w jakim jest podzielana przez członków organizacji. Jest to tym trudniejsze, im większa zmiana kultury organizacyjnej oraz im więcej grup traci pozycję uprzywilejowaną.

Jest wiele problemów związanych z kreowaniem kultury ujmującej zarządzanie wiedzą we współczesnych firmach. Aby poradzić sobie z tym trudnym wyzwaniem przedsiębiorstwa powinny:

- posiadać wspólne słownictwo, by zapewnić poprawne rozumienie wiedzy,
- być w stanie zidentyfikować, modelować swoją wiedzę,
- być w stanie dzielić się swoją wiedzą, ponownie jej używać,
- być w stanie wykreować kulturę, która sprzyja dzieleniu się wiedzą.

Wiedza staje się więc podstawową wartością nowoczesnej organizacji, a zdolność wprowadzania zmian uzależniona jest od posiadania określonej wiedzy. Powstawanie barier utrudniających lub uniemożliwiających przepływ wiedzy jest wynikiem dostosowania się do panującej w firmie nieodpowiedniej kultury organizacyjnej.

Stworzenie kreatywnego środowiska jest bezwzględny warunkiem sukcesu w organizacjach opierających się na wiedzy. Wyróżnikami takiego środowiska są następujące umiejętności:

- dzielenie się wiedzą,
- zmiana kultury organizacyjnej,
- elastyczność,
- szybkość reagowania.

Zanim nastąpi implementacja systemu zarządzania wiedzą w organizacji, należy dokładnie określić i zbadać przedmiot zarządzania. Szczegółowo to zjawisko omówione zostało w moim poprzednim artykule [por. K. Barwacz, *Rozwój koncepcji zarządzania wiedzą*, AE Kraków 2003, s. 3—6].

Kompleksowe ujęcie KM można definiować jako [A. Kozarkiewicz-Chlebowska 2001, s. 3]:

- proces kreowania i wykorzystywania wiedzy do poprawy efektywności działań organizacji,
- zarządzanie informacjami, wiedzą i doświadczeniem dostępnym w organizacji, tzn. ich tworzenie, gromadzenie, przechowywanie, udostępnianie i wykorzystywanie, mające na celu zapewnienie organizacji przyszłego rozwoju w oparciu o istniejące zasoby,
- stymulowanie pracowników do dzielenia się wiedzą poprzez tworzenie odpowiedniego środowiska pracy i systemów transferu wiedzy w ramach całej organizacji.

Celem zarządzania wiedzą jest więc harmonizacja procesów tworzenia, upowszechniania i wykorzystania wiedzy dla realizacji celów organizacji. Ma to w rezultacie doprowadzić do skrócenia czasu podejmowania decyzji w organizacji, a także do zwiększenia ich efektywności.

Każde przedsiębiorstwo dysponuje szeregiem wskaźników, na podstawie których możliwe jest stwierdzenie, czy w danym okresie nastąpiła poprawa jego działalności. Trudne jest już samo osądzenie, czy wzrost przychodów nastąpił w wyniku poprawy funkcjonowania firmy, umiejętności personelu, czy też był to skutek działania czynników zupełnie zewnętrznych i niezależny od firmy, jak na przykład ogólna poprawa koniunktury.

Jednym z podstawowych celów audytu zarządzania wiedzą jest poznanie struktury, procedur oraz kultury organizacyjnej, w ramach których wiedza jest przekazywana [Raport Katedry Teorii Zarządzania SGH, Warszawa 2002, s. 2].

Niepełne wykorzystanie dostępnych zasobów firmy, w tym także kapitału ludzkiego, jest powszechnym problemem w firmach. Każda firma traci finansowo, kiedy będąca w zasięgu ręki wiedza nie jest wkomponowana w działania determinujące sukces. Trudna, z biznesowego punktu widzenia, jest do zaakceptowania sytuacja, w której firma dysponuje cennym zasobem poszukiwanym przez klientów i nie potrafi go uaktywnić. System zarządzania wiedzą umożliwia firmom zlokalizowanie, skatalogowanie, zarchiwizowanie, transfer i ponowne użycie wiedzy. Pracownicy szybciej docierają do informacji, szybciej uczą się i stają się efektywniejsi, co przekłada się na zdecydowaną poprawę efektywności i zwiększenie sprawności operacyjnej całej firmy. Zarządzanie wiedzą w dużym stopniu zajmuje się tworzeniem, przekazywaniem i zachowywaniem wiedzy ukrytej. K. Sveiby definiuje wręcz zarządzanie wiedzą jako „sztukę tworzenia wartości z niewidocznych aktywów”. Wiedza ukryta może znajdować się na poziomie organizacji i na poziomie danej jednostki. W przypadku poziomu organizacji, przy jej odkodowywaniu ma się do czynienia z teoriami organizacyjnymi, w przypadku poziomu poszczególnych ludzi z psychologią [J. J. Brdulak 2001, Referat].

K. Sveiby w jednym ze swoich artykułów [Knowledge Management 2000] przedstawił zbiór wskazówek pomocnych we wdrażaniu systemu zarządzania wiedzą:

1. Przedstawić zarys koncepcji: case'y, procesy dla kierownictwa.
2. Dowiedzieć się, jaka jest wartość aktywów intelektualnych i jak są one powiązane z wynikami finansowymi.
3. Określić przydatność ZW.
4. Wyznaczyć osoby odpowiedzialne.
5. Połączyć strategię z ZW.
6. Określić obecną kulturę organizacyjną w świetle zarządzania wiedzą.
7. Pozwolić ludziom uczyć się od siebie wzajemnie o swoich kompetencjach.
8. Wybrać projekty zarządzania wiedzą.
9. Powiązać projekty z planem strategicznym.
10. Wyselekcjonować spośród realizowanych projektów najbardziej obiecujące, ustalić budżety.
11. Przedstawić plan dla kierownictwa, aby uzyskać jego poparcie.
12. Wdrożyć projekty.
13. Używać zasobów wewnętrznych z pomocą „zewnętrznych ekspertów” dla pokonania barier i przeszkód.
14. Użyć *Intangible Asset Monitor*, aby zmierzyć wpływ strategii.
15. Sprawdzić wpływ ZW na postawy, zachowania i przekonania.

Próbie omówienia tego problemu podjęli również dwaj japońscy profesorowie: Ikujiro Nonaka i Hirotaka Takeuchi w książce pt. *Kreowanie wiedzy w organizacji*.

Zarządzanie w nowoczesnej firmie polega m.in. na stworzeniu odpowiedniej kultury organizacyjnej, pozwalającej na przekazywanie, konwersję i przyswajanie wiedzy przez pracowników. Oprócz wspomnianej KO firma winna posiadać odpowiednią infrastrukturę organizacyjną, techniczną oraz metody i procedury umożliwiające przepływ wiedzy pomiędzy pracownikami, tworzenie wiedzy wewnątrz przedsiębiorstwa, jak również pozyskiwanie wiedzy z zewnątrz.

4. Zarys metodyki diagnozowania KO w procesie implementacji koncepcji ZW

Przedstawione poniżej badanie pozwoli na precyzyjne rozpoznanie systemu wartości i postaw pracowników różnych szczebli w celu odpowiedniego kształtowania kultury organizacyjnej, która jest najbardziej podatna na wdrożenia koncepcji ZW.

Badanie kultury organizacyjnej jest niezbędne w celu określenia czynników determinujących implementację koncepcji zarządzania wiedzą w firmie, a szczególnie pokazać te, które są istotne. Przeprowadzenie procesu diagnozowania KO w procesie implementacji koncepcji ZW pozwala na [por. *Badanie kultury organizacyjnej firmy* www.sensus.com.pl]:

- integrację pracowników firmy wokół jej celów, strategii oraz misji organizacji,
- poznanie sposobu myślenia pracowników oraz wyjaśnienie motywów ich zachowań, a w rezultacie dobranie skutecznych metod oddziaływania dla wdrożenia koncepcji ZW,
- poznanie faktycznych postaw i zachowań jednostek oraz ich porównanie ze sposobami postępowania pożądanymi z punktu widzenia realizacji koncepcji wdrożenia ZW,
- określenie kompatybilności kultury organizacyjnej z wymogami stawianymi metodzie ZW,
- określenie rozbieżności systemu wartości jednostek tworzących organizację z wartościami kultury organizacyjnej nastawionej na implementację koncepcji ZW w firmie.

Wiedza o kulturze danej firmy, o panującym w niej klimacie, o tym, jak pracownicy oceniają samych siebie, firmę i jej przyszłość na rynku pozwala z dużym wyprzedzeniem przewidzieć jej efektywność, źródła sukcesów i porażek.

Tabela 1

Ramowy model metodyki diagnozowania KO firmy ujmującej ZW

Fazy	Operacjonalizacja	Metody i techniki
Przygotowawcza	Określenie przejawów kultury organizacyjnej	Diagnoza rozpoczyna się „na powierzchni” od analizy dokumentów i wizyty w przedsiębiorstwie
Identyfikacja	Rejestracja symptomów i atrybutów kultury organizacyjnej	Następny etap to badania za pomocą wystandaryzowanych kwestionariuszy i obserwacji spotkań odbywających się w firmie
Analiza	Uchwycenie związków oraz zależności między symptomami i atrybutami, świadomości a koncepcją zarządzania wiedzą	Końcowy etap procesu gromadzenia informacji obejmuje badania uzupełniające i wywiady indywidualne
Ocena	Analiza strategii w celu określenia wymagań w stosunku do „profilu idealnego” kultury organizacyjnej. Ustalenie stopnia zgodności/niezgodności między kulturą organizacyjną a strategią firmy ujmującą koncepcję zarządzania wiedzą. Porównanie profilu idealnego z profilem określonym w trakcie badań	Porównanie badanej KO do: <i>a) skali wartości kulturowych</i> (wartości i istotne cele, stawiane sobie do realizacji): — cele indywidualne — cele grupowe źródła motywacji w następujących sferach: — kierowanie sobą — osiągnięcia — przyjemność — dojrzałość — prospołeczność — bezpieczeństwo — konformizm <i>b) skali norm kulturowych</i> (profil norm organizacyjnych w firmie, diagnoza dziesięciu kryteriów normatywnych): — organizacja — wykonanie, jakość — praca zespołowa, komunikacja — przywództwo, nadzór — korzyści, efektywność kosztów — współpracownicy, relacje koleżeńskie — relacje firma — klient — innowacyjność — kreatywność — szkolenie, postęp, rozwój — otwartość
Zmiana	Wyznaczenie kierunku zmian KO	Określenie kierunku i sposobu zmiany

Źródło: opracowanie własne na podstawie [A. Wójtowicz 2002, s. 282].

5. Refleksje końcowe

Ekonomiczne interpretacje roli wiedzy w przedsiębiorstwie prowadzą do stwierdzenia, że wiedza ta (wiedza organizacyjna) powinna podlegać procesowi zarządzania tak, aby jej tworzenie, przesyłanie i wykorzystanie odbywało się w sposób skoordynowany i przewidywalny. Obserwacja przedsiębiorstw nowej generacji, które inwestują w swoich pracowników, potwierdza słuszność przyjętego założenia, że ostatecznym celem wykorzystania, a także weryfikatorem wartości wiedzy w przedsiębiorstwie, jest zastosowanie jej w tworzeniu produktów, których jakość (wartość) akceptowana jest przez klientów. W zarządzaniu istnieje obszar niematerialnych wartości, które mają przełożenia na wyniki finansowe przedsiębiorstwa. Zarządzanie wartościami niematerialnymi nabiera znaczenia nie tylko dlatego, że są one obecnie odkrywane. Nowe produkty i usługi na rynku posiadają znacznie mniejszy niż kiedyś udział w swojej wartości kapitału finansowego. Finansowe bariery wejścia na rynek maleją na korzyść wartości niematerialnych.

W gospodarce wciąż dominują firmy zarządzane w sposób klasyczny, centralnie planowane. W przyszłości firma powinna być uważana nie jako własność, ale jako społeczność. Na przykład Internet jest taką społecznością. To co pozwala przetrwać przedsiębiorstwu to pragnienie nieśmiertelności. Społeczność nie jest niczyją własnością, ale należą do niej jednostki. Zyski są podstawą działania organizacji, ale nie jedynym elementem. Dlatego też niebawem firmy zaczną się troszczyć o zaspokajanie innych potrzeb pracowników. Pierwszym krokiem jest jednak stworzenie kultury organizacyjnej, w której wykorzystywana będzie indywidualna wiedza pracowników.

Organizacje, które posiadają nieodpowiednią kulturę organizacyjną w czasie sytuacji kryzysowych popadają w chaos. Członkowie organizacji muszą akceptować odpowiednią kulturę organizacyjną i uznawać ją jako siłę pozytywną a nie ograniczenie.

Są firmy, które zatrudniły konsultantów do badania kultury organizacji. Lider to osoba, która rozumie, interpretuje i zarządza systemem kultury organizacji. Efektywni managerowie są zorientowani na działanie, rozwiązywanie konfliktów, odporni na wieloznaczność i mają silne poczucie celu.

Kultura organizacyjna musi gwarantować pracownikami bezpieczeństwo oraz umacniać u pracownika poczucie własnej wartości, mimo błędów, które się czasami mu przydarzają, wg zasady, że na pierwszym miejscu musi być człowiek, a nie zadanie. Kultura organizacyjna uwzględniająca powyższe może się stać silną stroną firmy, ponieważ umożliwia funkcjonowanie procesu twórczego myślenia w firmie.

Bibliografia

- Bartosiniński A., Bigram S.A. Training & Development,
http://it.info.pl/artykuly/artukul_4121.htm
- Barwacz K., *Rozwój koncepcji zarządzania wiedzą*, Zeszyty Naukowe AE, Kraków 2003.
- Brdulak J.J., *Zarządzanie wiedzą jako szansa wzrostu efektywności zarządzania zasobami ludzkimi w przedsiębiorstwie*, Referat wygłoszony na konferencji IFGN-u, Szkoła Główna Handlowa w Warszawie, 5 listopada 2001.
http://www.centrumwiedzy.edu.pl/cw/index.php?sm=104&ca=262&al=d_a1
- Brdulak J.J., *Rola twórczego myślenia w Zarządzaniu Wiedzą*, Kielce 2001.
<http://www.jakubbrdulak.republika.pl/Publikacje/RTMwZW.pdf>
- Brzeziński M., *Proces uczenia się zmian*, „Przegląd Organizacji” 3/2000.
- Chylewska J., Łapiński B., Hewitt Associates Sp. z o.o.
<http://www.kadry.info.pl/artykuly/4567.htm>
- Erisman A. M., *Jak zarządzamy wiedzą organizacji w głowach pracowników*
http://gazeta-it.pl/archiwum/git07/jak_zarzadzamy.html
- Gryszkiewicz K., Lipiec P., Stanek A., *Kultura organizacyjna jako stymulator i inhibitor procesu uczenia się*, Materiały Konferencyjne Sympozjum IOiZ Wydz. Organizacji i Zarządzania, Uniwersytet Gdański 2001. <http://www.strateg.edu.pl/dokonania.php?nr=1&n=4&r=11>
- Kozioł L., *Zarządzanie firmą w społeczeństwie informatycznym*, AE Kraków 2002. Materiały Konferencji Naukowej. Bazy własne dorobek biblioteki AE, dokument nr: 78(-19888543)
- Konecki K., Tobera P., *Szkice z socjologii zarządzania*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego 2001. <http://konecki.webpark.pl/publikacje/publikacja10.html>
- Kozarkiewicz-Chlebowska A., *Koncepcja zarządzania wiedzą — jej geneza, zastosowania i perspektywy*, Artykuł 2001 AGH Kraków, www.egov.pl
- Marciniak A., *Pracownia Badań Społecznych w Sopocie*,
http://www.kadry.info.pl/artykuly/artukul_4390.htm
- Mierzejewska B., „Rzeczpospolita” 24.02.2002.
- Nonaka I., Takeuchi H., *Kreowanie wiedzy w organizacji*, Poltext, Warszawa 2000.
- Rudolf T., Raport Katedry Teorii Zarządzania pr. zbior. pod red. P. Płoszajskiego SGH, Warszawa 2001.
<http://www.knowledgeboard.com/download/3538/Raport-Zarz-dzanie-Wiedz-Bilans-do-wiadcze-.pdf.pdf>
- Sikorski Cz., *Zachowanie ludzi w organizacji*, PWN, Warszawa 1999.
- Strojny M., *Zarządzanie wiedzą jako czynnik zwiększania konkurencyjności organizacji gospodarczych*, „Przegląd Organizacji” 2/2000.
<http://www.egov.pl/index.php?option=content&task=view&id=84&Itemid=62>
- Sveiby K., *Knowledge Management — Executive Excellence*, March 2000, Vol. 17.
- Wójtowicz A., *Diagnozowanie kultury organizacyjnej przedsiębiorstwa*, MWSE, Tarnów 2002. *Badanie kultury organizacyjnej firmy*. <http://www.sensus.com.pl/KOFppt>
- Raport — Katedry Teorii Zarządzania SGH*, Warszawa 2000.
- Zbiegień-Maciąg L., *Kultura w organizacji. Identyfikacja kultur znanych firm*, PWN, Warszawa 2002.

ANNA BELNIAK

Marketing partnerski w erze globalizacji

1. Wprowadzenie

Podstawowym założeniem tradycyjnej koncepcji marketingowej jest założenie, że kluczem do osiągnięcia celów organizacyjnych przedsiębiorstw jest określenie potrzeb i wymagań rynków docelowych oraz dostarczenie pożądanego zadowolenia w sposób bardziej wydajny i skuteczniejszy niż konkurenci. Dążenie do możliwie pełnego zaspokojenia potrzeb nabywcy, w praktyce przebiegać może w odmienny sposób, w zależności m.in. od specyfiki firmy, branży, rynku, itp. W rzeczywistości marketing, jako filozofia rynkowa, określa wartości w planowaniu i realizowaniu procesów wytwarzania, oferowania, sprzedawania oraz konsumowania towarów i usług. Marketing nie ogranicza się do zagadnień sprzedaży i nie jest także równoznaczny z reklamą jako narzędziem komunikowania się przedsiębiorstw z nabywcami¹.

Obserwacje wskazują, że duża część firm kładzie nacisk na wykorzystanie instrumentów masowego oddziaływania i komunikowania się z nabywcą². Działają one głównie na masowym rynku, sprzedając na dużą skalę standardowe towary konsumpcyjne. Bardzo duża liczba nabywców oraz brak możliwości bezpośredniego kontaktowania się z konsumentem na rynku globalnym sprawiają, że firmy w takiej sytuacji koncentrują się na tradycyjnym podejściu marketingowym tzw. marketingu-mix, a reklama masowa odgrywa tutaj czołową rolę.

2. Przesłanki powstania koncepcji marketingu partnerskiego

W krajach wysoko rozwiniętych coraz częściej zaczęły pojawiać się głosy krytykujące dotychczasowe, tradycyjne podejście do zarządzania marketingiem. Ogólna strategia działania każdego przedsiębiorstwa jest kombinacją dwóch odrębnych elementów: strategii ofensywnej, której celem jest powiększanie rozmiaru rynku (udziału w rynku) i strategii defensywnej, która skupia się na wzroście

¹ J. W. Wiktor, *Promocja. System komunikacji przedsiębiorstwa z rynkiem*, PWN, Warszawa — Kraków 2001.

² D. T. Hoffman, T. P. Novac, P. Chatterjee, *Commercial Scenarios for the Web: Opportunities and Challenges. Project 2000: Research Program on Marketing in Computer-Mediated Environments*, <http://www.ascusc.org/jcmc/vol1/issue3/hoffman.html>.bak

liczby stałych klientów. Można to osiągnąć albo poprzez stworzenie barier, które utrudniają klientowi „przejście” do konkurenta, albo poprzez wzrost jego satysfakcji.

Firmy wykorzystujące w praktyce klasyczną koncepcję marketingu-mix skupiają się głównie na pozyskaniu jak największej liczby nowych konsumentów, w czym największą rolę odgrywają instrumenty związane z promocją. Prowadzi to jednak do zaniedbania posiadanych już, zwykle najcenniejszych konsumentów. Takie działanie jest szczególnie niekorzystne w przypadku przedsiębiorstw usługowych oraz firm oferujących dobra inwestycyjne, gdzie ważny jest bliski kontakt klienta z firmą, a cykl zakupów ciągle powtarza się. Dlatego też zaczęły pojawiać się głosy, które stwierdzały, że sukces przedsiębiorstw coraz częściej będzie zależał od tego, czy instytucje te utrzymają swoich dotychczasowych klientów przez jak najdłuższy czas i czy zdołają zamienić ich w lojalnych i oddanych adwokatów firmy. W nawiązaniu do tego trendu w ciągu ostatnich kilkunastu lat rozwinięto nową koncepcję marketingu tzw. marketing partnerski, bazującą na tworzeniu długookresowych, wzajemnie korzystnych relacji z klientami i innymi grupami, np. pośrednikami.

3. Istota marketingu partnerskiego

Po raz pierwszy pojęcie „marketing partnerski” (ang. *relationship marketing*) zostało użyte w roku 1983 w artykule Leonarda L. Berry’ego *Relationship Marketing*. Według tego autora „marketing partnerski nawiązuje, utrzymuje i, w przedsiębiorstwach oferujących wiele usług, wzmacnia więzi z klientami”³. Berry podkreśla, że obsługa obecnych klientów firmy jest dla osiągnięcia długookresowego sukcesu tak samo ważne, jak przyciąganie nowych. Zdobycie nowych konsumentów stanowi jedynie pierwszy krok w procesie marketingu, a wzmacnianie więzi z klientami, przekształcanie ich w lojalnych nabywców oraz odpowiednia obsługa stają się równie ważnymi funkcjami marketingu. Według Berry’ego marketing partnerski może odgrywać znaczącą rolę szczególnie w branżach, gdzie popyt na usługi charakteryzuje się ciągłością lub cyklicznością oraz gdzie konsumenci mają swobodę wyboru dostawcy usługi.

Marketing partnerski, funkcjonujący także pod nazwą zarządzanie partnerskie jest zatem filozofią działania firmy, której nadrzędnym celem jest troska o aktualnych klientów przedsiębiorstwa oraz innych uczestników rynku, a nie zdobywanie nowych. O sukcesie, czy porażce nie decydują, jak sugerował L.L. Berry wyłącznie związki z klientami przedsiębiorstwa. Na działalność firmy i jej wyniki finansowe mają również wpływ relacje z innymi podmiotami gry rynkowej.

Jedna z nowszych definicji marketingu partnerskiego stwierdza, że „zadaniem

³ L. L. Berry, *Relationship Marketing* [w:] A. Payne, M. Christopher, M. Clark, H. Peck, *Relationship Marketing for Competitive Advantage. Winning and Keeping Customers*, Butterworth-Heinemann, Oxford 1997.

marketingu partnerskiego jest ustalenie, podtrzymywanie, wzbogacenie i komercjalizacja takich relacji z klientami oraz innymi partnerami (często, ale nie zawsze, chodzi o relacje długookresowe), aby obie strony związku osiągnęły swoje cele. Odbywa się to poprzez wzajemną wymianę i spełnianie obietnic, dostarczenie korzyści”.

4. Tworzenie nowych relacji i umacnianie lojalności nabywcy

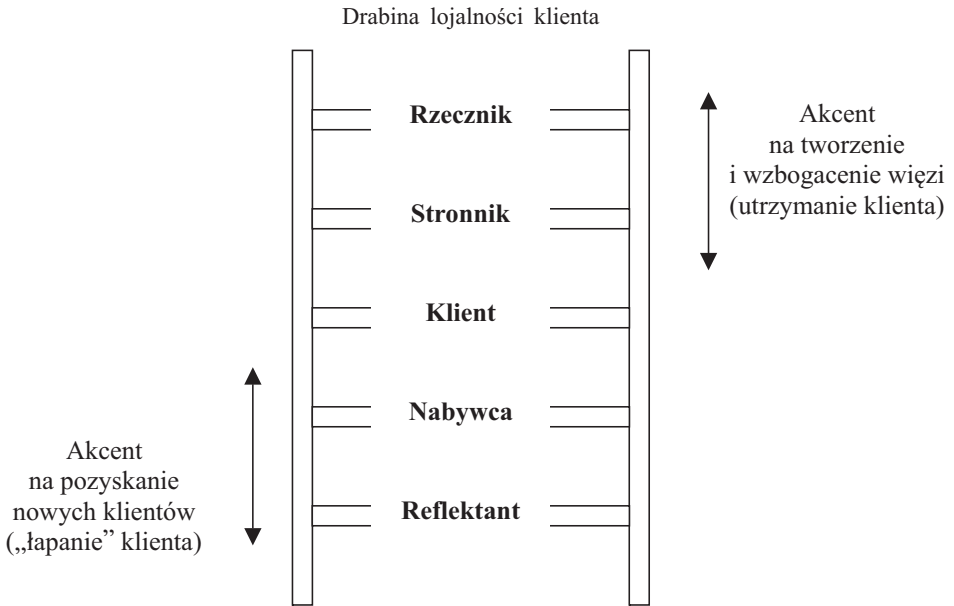
Podstawą strategii utrzymywania długookresowych więzi z klientami jest ciągle oferowanie pożądaných przez nich wartości, rozumianých jako korzyści. Wartość dostarczana klientom przedsiębiorstwa usługowego jest funkcją jakości usługi oraz ceny i kosztów (finansowych, czasowych, itp.) związanych z korzystaniem z usługi. Wyższa jakość usług oznacza większą korzyść (wartość) dla klienta. Natomiast między ceną i pozostałymi kosztami a wartością usługi zachodzą relacje odwrotne. Im większe nakłady, które musi ponieść konsument podczas korzystania z usług przedsiębiorstwa, tym mniejsza jest postrzegana przez niego wartość danej oferty. Z postrzeganą jakością usług ściśle związana jest satysfakcja klienta. Poziom odczuwanego przez konsumenta zadowolenia z kontaktów z usługodawcą ma duży wpływ na jego lojalność. Satysfakcja lub jej brak powstaje na skutek kontaktu z firmą, z różnymi jej elementami, na różnych etapach, natomiast percepcja jakości usług tego doświadczenia nie wymaga. Satysfakcja klienta, często utożsamiana z jakością, jest pojęciem szerszym od postrzeganej jakości. Na satysfakcję klienta oddziałują, oprócz jakości usługi, cena oraz czynniki osobiste i sytuacyjne, a więc postrzegana przez klienta jakość usług może być bardzo wysoka, natomiast poziom jego zadowolenia niski.

Firmy zmieniają więc sposób postrzegania swoich relacji z klientem. Akcenty przesuwają się z transakcji do partnerstwa, a celem tego przesunięcia jest utrzymanie długotrwałych więzi z klientami. Firmy zaczynają dostrzegać nowe obszary swojej działalności. Oprócz zaspokajania potrzeb konsumentów, firmy interesują się nawiązywaniem i podtrzymywaniem trwałych kontaktów z innymi rynkami zewnętrznymi, w tym z rynkami dostawców, pośredników i wpływowych instytucji. Zainteresowanie firm wzbudzą również ich rynki wewnętrzne — pracownicy. Zaś jakość, obsługa klienta i działalność marketingowa muszą być połączone w całość. Marketing partnerski koncentruje się właśnie na zintegrowaniu tych trzech elementów i uruchomieniu ich połączonego potencjału.

Bardzo przejrzysto ilustruje ideę tej koncepcji tzw. Drabina lojalności klienta (rysunek 1.)

Wydaje się, że wiele firm zamiast poświęcić więcej uwagi bardziej opłacalnym relacjom „wyższego stopnia”, tzn. pozyskiwaniu stałych klientów, czyli w rezultacie stronników, którzy stają się z czasem rzecznikami firmy i orędownikami jej produktów, koncentruje się głównie na dolnych szczeblach drabiny, tzn. na identyfikacji reflektantów i następnie próbuje „zrobić” z nich klientów.

Rysunek 1



Źródło: [C. Gronroos, 1990, s. 5].

Przesuwanie klientów na wyższe szczeble drabiny lojalności nie jest łatwym zadaniem. Firma musi mieć precyzyjne i pełne informacje na temat zakupów każdego klienta — a każdy z nich jest inny — oraz wiedzieć, jak zaproponować dodatkowe produkty, które zróżnicują jej ofertę. W zasadzie jedynym sposobem transformacji klienta w rzecznika i orędownika jest zastąpienie zadowolenia klienta zachwytem, a można to osiągnąć tylko wówczas, gdy zaoferuje się usługi przewyższające oczekiwania klienta.

Tylko ciągłe dostarczanie konsumentom korzyści może przekształcić ich w lojalnych klientów firmy. Nie oznacza to jednak, że przedsiębiorstwo powinno obsługiwać w ten sposób wszystkich potencjalnych nabywców. W erze globalizacji bardzo ważne staje się dostarczenie korzyści i zaspokojenie indywidualnych wymagań klienta, który korzystając z technik cyfrowych może znaleźć innego, nowego dostawcę.

Innym niezbędnym warunkiem stosowania marketingu partnerskiego jest wybór segmentów rynku i skupienie się na maksymalizacji życiowej wartości odpowiednich klientów (*lifetime value of customers*). Warto utrzymywać więzi tylko z takimi konsumentami, którzy w dłuższym okresie będą dostarczać odpowiednich zysków, gdyż tacy właśnie klienci stanowią dla przedsiębiorstwa niezwykle cenny kapitał i ogromną wartość.

5. Kierunki działań firm działających według zasad marketingu partnerskiego

Ustanowienie trwałych, sprawnie funkcjonujących relacji z klientem wymaga czasu. Współpraca, rozważana na szczeblu praktycznym, jest zmianą strategii przedsiębiorstw dotyczącą sposobu określenia roli i zaangażowania jednej strony wymiany handlowej w aktywności rynkowe drugiej ze stron. Poziom zaawansowania marketingu partnerskiego określa się w zależności od stopnia zaawansowania powiązań prawnych, technicznych, socjalnych i ekonomicznych kooperantów.

Liczne badania i obserwacje wskazują, że skuteczność działania firmy nie zależy tylko od jej kontaktów z nabywcami. W ramach koncepcji marketingu partnerskiego przyjmuje się, że realizacja celów firmy wymaga aktywności na sześciu różnych rynkach, tj. na rynku nabywców, rynku dostawców, rynku wewnętrznym, rynku potencjalnych pracowników firmy (rynek pracy), rynku podmiotów opiniotwórczych oraz rynku wpływowych organizacji. Dla pełnego spektrum oddziaływania firmy należy uwzględnić jeszcze jeden rynek — rynek konkurentów⁴.

Zakup danego produktu przez nabywcę uwarunkowany jest działaniami firmy na wszystkich wyróżnionych rynkach, które wchodzi w skład rynku globalnego. Stąd też istotne jest określenie kluczowych zadań firmy w kontekście każdego z nich (tabela 1).

Tabela 1

Kluczowe zadania firmy na poszczególnych rynkach

Rodzaj rynku	Zadanie
Rynek nabywców	Przywiązanie szczególnej roli obsługi nabywców stanowiących podstawowy element wyróżniający daną ofertę od oferty konkurentów
Rynek podmiotów opiniotwórczych	Wykorzystanie rekomendacji dostawców kręgów profesjonalnego doradztwa oraz dotychczasowych nabywców dla stworzenia nowych kontaktów dostawców kontraktów
Rynek dostawców	Stworzenie systemu bliskich wzajemnie korzystnych kontaktów
Rynek pracy	Pozyskiwanie i utrzymywanie w firmie takich pracowników, którzy się z nią identyfikują, są lojalni i zaangażowani w realizację przyjętych celów
Rynek wpływowych organizacji, instytucji i jednostek	Nawiązanie ścisłych kontaktów z podmiotami kreującymi opinie w ramach danego rynku i wpływających na decyzje zakupów
Rynek wewnętrzny	Stworzenie klimatu pełnego zrozumienia wszystkich pracowników firmy dla działań nakierowanych na nabywcę
Rynek konkurentów	Benchmarking Neutralizacja konkurencji poprzez rozwój współpracy

Źródło: [K. Konara 1999, s. 74].

⁴ D. T. Hoffman, T. P. Novac, P. Chatterjee, *Commercial Scenarios for the Web: Opportunities and Challenges. Project 2000: Research Program on Marketing in Computer-Mediated Environments*, <http://www.ascusc.org/jcmc/vol1/issue3/hoffman.html>.bak

Postępująca globalizacja na świecie ma ogromny wpływ na kształtowanie tych rynków dla przedsiębiorstwa, z jednej strony pozytywny — powiększenie rynku potencjalnych nabywców, z drugiej negatywny — większa liczba konkurentów. Na skuteczność działania firmy mają zatem wpływ zarówno działania rynkowe prowadzone w jej otoczeniu (marketing zewnętrzny), jak i działania realizowane w samym przedsiębiorstwie (marketing wewnętrzny). Wreszcie w ramach koncepcji marketingu partnerskiego istotnym zagadnieniem staje się zarządzanie portfelem nabywców. Badania wykazują bowiem, że zdobywanie nowych klientów jest wielokrotnie droższe niż utrzymanie lojalnych nabywców. Często przedsiębiorstwa nastawiają się na pozyskiwanie nowych grup klientów i w efekcie, szczególnie w krótszym czasie, obserwuje się wzrost sprzedaży. Jednak w dłuższym okresie firma nie jest z reguły w stanie odpowiednio zadbać o wszystkich swoich klientów i dlatego następuje proces odchodzenia nabywców.

Tak więc ze strategicznego punktu widzenia istotnego znaczenia nabierają działania zmierzające do utrzymania możliwie szerokiej grupy lojalnych nabywców. Powodzenie w tym zakresie może zapewnić przedsiębiorstwu nie tylko zadowalający poziom sprzedaży, ale również odpowiednią rentowność. Każda firma musi zatem przesądzić, na ile będzie koncentrować się na pozyskiwaniu nowych klientów, na ile otoczy troskliwą opieką swoich lojalnych nabywców.

6. Zastosowanie marketingu partnerskiego w dobie globalizacji

Dzisiejsze czasy określane są mianem ery cyfrowej globalizacji, gdyż wprowadzenie do codziennego życia takich rozwiązań technologicznych jak komputer, telefon, poczta elektroniczna, Internet, faksy, wideokonferencje, telefony komórkowe pozwala na komunikowanie się nawet zwykłego człowieka z całym światem. Dzięki tym wszystkim narzędziom specjaliści od spraw marketingu zatrudnieni w przedsiębiorstwach usługowych produkcyjnych odkryli ogromne pole do popisu. Korzystając ze współczesnych technik przedsiębiorstwa mogą rozszerzyć swoje rynki, osiągać nowe korzyści finansowe, wyszukać nowych klientów oraz utrzymywać i wzbogacać dotychczasowe więzi z już istniejącymi klientami — partnerami. Globalizacja z pewnością sprzyja nie tylko łatwości dotarcia do potencjalnego klienta, ale i dbałości o utrzymywanie klienta i wzbogacanie z nim więzi.

Dlatego w obecnych czasach każda firma powinna przyjąć globalny punkt widzenia. Przy szybkim tempie rozwoju technik cyfrowych oraz online na całym świecie, każda firma może i nawet powinna funkcjonować w skali globalnej z takich przyczyn, jak⁵:

- konkurencyjne rynki lokalne,
- globalizacja handlu,

⁵ A. Hartman, J. Sifonis, J. Kador, *Strategie sukcesu w gospodarce internetowej*, Wydawnictwo K.E. Liber s.c., Warszawa 2001.

- kosmopolityczni klienci,
- nacisk na specjalizację,
- malejące koszty działalności w skali globalnej.

Konkurencyjne rynki globalne stają się coraz bardziej zatłoczone ze względu na nadmiar występujących na nich wyrobów i usług. Konkurencja nadciąga ze wszystkich stron świata ze względu na to, że znacznie łatwiej jest zdobyć większy segment, a nawet rynek ogólnoswiatowy, a wtedy działają już większe efekty skali. Marketing partnerski może być tutaj narzędziem walki o utrzymanie klienta przy sobie.

Globalizacja handlu jest coraz bardziej widoczna na całym świecie, gdzie znoszone są bariery handlowe, tj. cła, kwoty importowe i ograniczenia prawne. Za pośrednictwem układów handlowych bloków, takich jak GATT, NAFTA i Unia Europejska rozpowszechniony został globalny handel, co sprzyja rozwojowi firm na całym świecie. Przedsiębiorstwo korzystające z koncepcji marketingu partnerskiego może poszukiwać nowych partnerów na innych kontynentach bez żadnych prawie ograniczeń prawnych i handlowych.

Kosmopolityczny klient jest obecnie człowiekiem lub firmą, której obojętne jest czy dany wyrób został wyprodukowany w USA, we Włoszech czy w Korei. Chcą oni odnaleźć produkt o jak najniższej cenie i jednocześnie jak najwyższej jakości lub poszukują takiego, który spełni ich indywidualne i wyjątkowe wymagania. Dzięki marketingowi partnerskiemu firma jest w stanie zaspokoić te wszystkie wymagania i doprowadzić do partnerskich więzi nawet z klientem z innego kontynentu.

Nacisk na specjalizację jest ogromny, gdyż specjalista ma zdecydowaną przewagę konkurencyjną nad tym, który produkuje wszystko. Skupienie uwagi na określonym wyrobie lub usłudze rodzi znakomitą znajomość danej dziedziny, a co za tym idzie spełnienie nawet najbardziej wygórowanych wymagań stawianych przez klienta — partnera. Dzięki bliskim kontaktom firma jest w stanie określić indywidualne żądania klienta i spełnić je z obustronną korzyścią. Daje to podstawę do długofalowej relacji.

Malejące koszty działalności w skali globalnej zostały osiągnięte dzięki wprowadzeniu technik cyfrowych i online. Opłaty telefoniczne za rozmowy między-miastowe i międzynarodowe maleją i będą maleć ze względu na znoszenie barier prawnych i inne czynniki sprzyjające konkurencji. We wszystkich krajach są już powszechne narzędzia, takie jak poczta elektroniczna, prywatne sieci oraz Internet, wspierające zawieranie nowych znajomości z klientami.

Wszystkie te czynniki sprzyjają firmom w zawieraniu i utrzymywaniu stałych kontaktów z ich klientami, dzięki czemu zostaje zaspokojona potrzeba uzyskiwania obustronnych korzyści i spełniona zostaje koncepcja marketingu partnerskiego w przedsiębiorstwie działającym na globalnym rynku.

7. Zakończenie

Dynamika rynku, zmiany otoczenia marketingowego oraz zmiany zachowań nabywczych konsumentów wymuszają potrzebę poszukiwania przez przedsiębiorstwa nowych rozwiązań strategicznych. Wzrost konkurencji w poszczególnych gałęziach handlu, rosnące znaczenie technologii i rozwój pionowych systemów marketingowych powoduje zmiany w relacjach handlowych. Efektem wszystkich powyższych zmian jest obecnie przechodzenie przedsiębiorstw od marketingu transakcji (*transaction marketing*), którego celem jest szybki, jednorazowy zysk, do marketingu partnerskiego (*relationship marketing*), czyli współpracy poszczególnych ogniw łańcucha dostaw, której celem jest budowanie więzi z konsumentem, opartej na strategiach długoterminowych.

Przedsiębiorstwa rozwijają się poprzez tworzenie długotrwałych relacji z tymi ze swoich klientów, którzy przynoszą największe zyski. W momencie, gdy klienci przedsiębiorstwa są już zdobyci kładzie się nacisk na ich pełne zrozumienie i współpracę, dąży do odkrycia ich indywidualnych gustów, preferencji i potrzeb. Spogląda się wewnątrz segmentów, aby zobaczyć, co każdy z klientów właściwie robi, jaka jest jego wartość i jak kształtują się koszty jego obsługi. Wybór klientów strategicznych, obniżenie kosztów operacyjnych i budowa relacji o wysokiej jakości serwisie, towarach i usługach tworzy podstawę marketingu partnerskiego. Koncepcja ta stanowi teoretyczną podstawę do tworzenia łańcucha partnerstwa nie tylko wewnątrz przedsiębiorstw, ale także w związkach z innymi uczestnikami rynku.

Bibliografia

- Berry L.L., *Relationship Marketing* [w:] Payne A., Christopher M., Clark M., Peck H., *Relationship Marketing for Competitive Advantage. Winning and Keeping Customers*, Butterworth-Heinemann, Oxford 1997.
- Konara K., *Marketing partnerski na rynku przedsiębiorstw*, PWE, Warszawa 1999.
- Gronroos C., *Relationship Approach to Marketing In Service Contexts: the Marketing and Organisational Behaviour Interface*, „Journal of Business Research”, 1990, No. 1.
- Hartman A., Sifonis J., Kador J., *Strategie sukcesu w gospodarce internetowej*, Wydawnictwo K.E. Liber s.c., Warszawa 2001.
- Szapiro T., Ciemniak R., *Internet — nowa strategia firmy*, Difin, Warszawa 1999.
- Wiktor J. W., *Promocja. System komunikacji przedsiębiorstwa z rynkiem*, PWN, Warszawa — Kraków 2001.
- Hoffman D. T., Novac T. P., Chatterjee P., *Commercial Scenarios for the Web: Opportunities and Challenges. Project 2000: Research Program on Marketing in Computer-Mediated Environments*, <http://www.ascusc.org/jcmc/vol1/issue3/hoffman.html>.bak

Wybrane aspekty komunikacji interpersonalnej w firmie

1. Istota i funkcje komunikacji

Zasadniczym warunkiem funkcjonowania każdej organizacji jest proces komunikacji, która stanowi rdzeń kultury i samego życia. Urasta ona do rangi podstawowej funkcji zarządzania.

Zarządzanie wymaga komunikowania się członków organizacji ze sobą, jak również z otoczeniem, tworząc łańcuch powiązań klientów i dostawców (zob. rysunek 1). Często podkreśla się, że nie można dążyć do doskonałości w zarządzaniu bez doskonalenia umiejętności komunikowania się. Zdaniem H. Simonsa organizacja jest potrzebna m.in. po to, by pomagać ludziom w komunikowaniu się. Kierownicy wyższego szczebla pytani ostatnio o główne kwalifikacje niezbędne pracownikowi firmy w roku 2010 nieomal jednogłośnie (94%) na pierwszym miejscu wymieniają umiejętność komunikowania się, w następnej kolejności sytuują: zdolność do podejmowania trafnych decyzji (89%), tworzenie relacji profesjonalnych (77%), wrażliwość na kulturę firmy (73%). Interesujący, w świetle naszych dotychczasowych przekonań jest fakt, że aż 53% respondentów „praktyczne umiejętności” wymienia na ostatnim miejscu [W. M. Grudzewski, I. K. Hejduk (red.), 2000, s. 41]

W języku polskim występują trzy podstawowe znaczenia pojęcia komunikacji:

Po pierwsze — mamy do czynienia z komunikacją rozumianą jako technika przewozu ludzi i ładunków, lub — w sensie cybernetycznym — jako technika przenoszenia informacji.

Po drugie — mówimy o komunikacji, czyli przekazywaniu wiadomości komuś bliżej nieokreślonemu; mamy w tym przypadku na myśli przede wszystkim sytuację zachodzącą w środkach masowego przekazu, często dla odróżnienia tej formy przekazu informacji wprowadza się sformułowanie „komunikowanie”.

Po trzecie — używamy sformułowania komunikacja w kontekście wzajemnych relacji zachodzących między podmiotami uczestniczącymi w tym procesie; często zastępujemy je określeniem „porozumiewanie się”.

W artykule tym będziemy rozumieli komunikację w trzecim znaczeniu tego słowa, czyli jako porozumiewanie się jednostek w społeczeństwie [J. W. Woźniak 2003, s. 484—485].

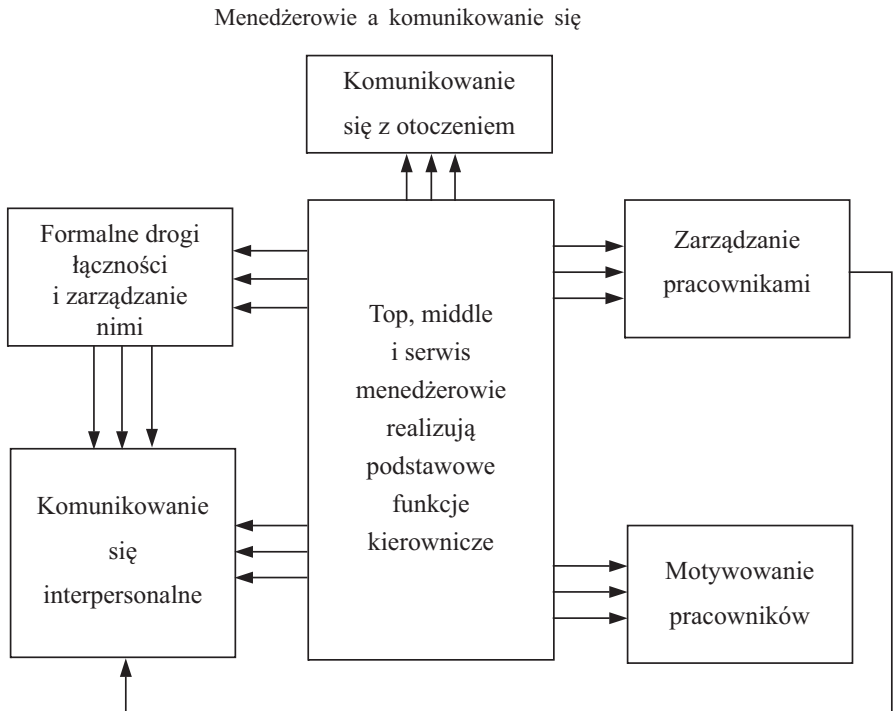
Komunikacja dość powszechnie rozumiana jest jako proces wymiany znaczeń, szerzej kwestię tę ujmując: wymianę informacji ukierunkowanej na zmianę czyjejś świadomości [N. J. Adler 1986, s. 51; Cz. Sikorski 1999, s. 193].

Komunikację można zatem interpretować jako „dynamiczny dwustronny proces przekazywania informacji w formie symbolicznej poprzez odpowiednie kanały, między nadawcą i odbiorcą, dzięki czemu mogą oni nawiązywać kontakty ze sobą” [J. Stankiewicz 1999, s. 44]. Komunikację tego rodzaju nazywamy interpersonalną lub międzyludzką.

Zwięzłą charakterystykę komunikacji interpersonalnej prezentują R. Cathcart i G. Gumpert. Oto wyszczególnione przez nich podstawowe cechy tego rodzaju porozumiewania się:

- przekazywane jest przez różne kanały (zmysły),
- jest ulotne i spontaniczne,
- sprzężenie zwrotne jest bezpośrednie i ciągłe,
- role nadawcy i odbiorcy wymieniają się wzajemnie, zapewniając w ten sposób maksymalną kontrolę nad różnorodnymi treściami,
- pojemność kanałów komunikacyjnych jest nieograniczona,
- stosuje się w nim różne formy przekazu, dostosowane do sytuacji,

Rysunek 1



Źródło: [J. Stankiewicz 1999, s. 15].

— umiejętności i konwencje komunikacyjne nabywane są przez jednostkę w sposób nieformalny od wczesnego dzieciństwa [D. Katz, R. Kahn 1979, s. 348].

Rodzaje komunikatów, które powinny docierać do pracowników można podzielić na [O. Pomianowska 2000, s. 52]:

— korporacyjne, a więc takie, które budują dumę z tego, że pracuje się w danej firmie, na przykład wyniki finansowe, nagrody i certyfikaty, które firma otrzymała,

— ukierunkowujące, stanowiące dla pracownika źródło wiedzy na temat tego, czego firma od niego oczekuje, na przykład strategia firmy, plany i założenia, które należy realizować,

— osobiste, motywujące pracownika na co dzień do dobrego wykonywania jego obowiązków, na przykład ocena jakości wykonywanych działań. Ten rodzaj komunikatów jest dla pracowników najważniejszy, zwłaszcza wtedy, kiedy jest to komunikacja ustna, bezpośrednia.

Komunikowanie się w organizacji warunkują między innymi następujące czynniki: sposób przekazywania informacji, czynniki psychologiczne i sytuacyjne (zob. rysunek 2).

Informacja może być przekazywana różnymi sposobami: ustnie, pisemnie i wizualnie. Do głównych kanałów komunikacyjnych w organizacji można zaliczyć: odbitki rocznych raportów i statystyk wraz ze specjalnymi komentarzami, tablice ogłoszeń, gazety i czasopisma wydawane w firmie, zebrania pracownicze, spotkania z kierownikami przekazującymi najnowsze informacje dotyczące aktualnych wydarzeń w firmie, drogi służbowe łączące kierownictwo firmy z szeregowym personelem [L.H. Haber 1993, s. 102]. Dobór któregośkolwiek sposobu powinien być uzależniony od odbiorcy, jego możliwości percepcyjnych oraz od rodzaju informacji. Wśród psychologicznych czynników na uwagę zasługują motywy pracowników wyznaczone postawami, uczuciami wobec: odbiorcy, nadawcy i informacji oraz oceną nadawcy.

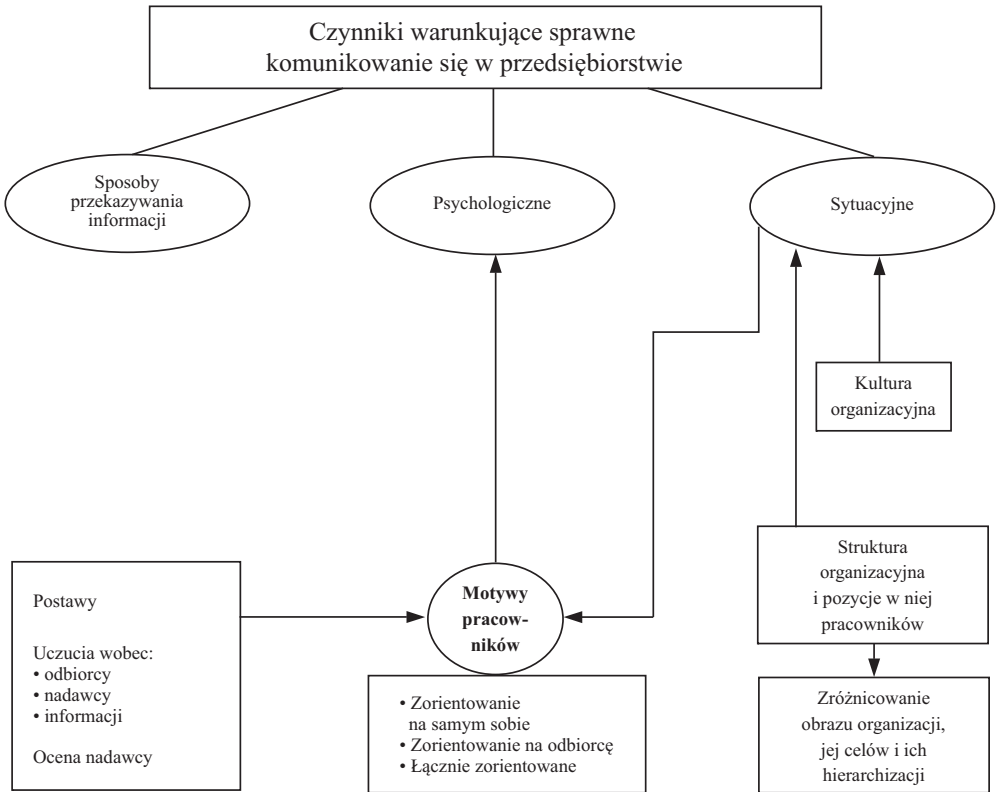
Wśród licznych funkcji komunikacji najczęściej wymienia się sprawowanie kontroli, stymulacji motywacji do pracy, kształtowaniu kultury organizacji oraz dostarczaniu informacji w procesie podejmowania decyzji [W.G. Scott, T.R. Mitchell 1976].

Aby kontrola mogła być narzędziem motywacji, powinna być dokonywana regularnie oraz dotyczyć bezpośrednio wykonywanej pracy. Jednocześnie konieczne jest, aby dokonujący tej kontroli wcielił się w rolę inspiratora, który udziela jednocześnie pomocy na trudniejszych odcinkach procesu pracy. Należy ustrzec się przy tym błędu podważania umiejętności pracownika, zwłaszcza takiego, który legitymuje się wysokimi kwalifikacjami. Sprawowanie kontroli winno polegać nie na ocenie pracownika, lecz na ocenie jego pracy.

Z kolei, aby kontrola nie budziła kontrowersji musi opierać się na ustalonych, obiektywnych i podanych pracownikom do wiadomości kryteriach. Kontrola nie powinna mieć na celu wykazania tylko słabych stron pracy osoby kontrolowanej,

Rysunek 2

Czynniki warunkujące sprawne komunikowanie się w przedsiębiorstwie



Źródło: [J. Stankiewicz 1999, s. 35].

ale również podkreślenie stron dodatnich, ponieważ ich motywacyjne oddziaływanie jest nie mniej znaczące niż krytyka.

Proces kontroli kończy podanie do wiadomości jej rezultatu. Jeżeli wymaga to użycia krytyki, należy zadbać, aby była ona konstruktywna i miała charakter bezpośredniej rozmowy z pracownikiem. On z kolei, aby móc uznać ją za słuszną, powinien mieć zapewnioną możliwość wypowiedzenia się.

Ostatnio coraz większa liczba badaczy skłonna jest uznać istnienie fenomenu społecznego zwanego kulturą organizacji. Przez kulturę tę rozumie się preferowany przez kierownictwo i pracowników system wartości, norm społecznych, postaw oraz sposobów ich oddziaływania na zachowania organizacyjne pracowników. Przyjmując założenia, że tak pojmowana kultura organizacji spełnia pozytywną rolę w funkcjonowaniu organizacji, to kulturę tę należy formować i upowszechniać. Nie jest to jednak możliwe bez dalszej komunikacji. Warto przy tym podkreślić współzależność między obu zjawiskami. Komunikacja „pracuje” na

rzecz budowania kultury organizacji, ale zarazem kultura ukształtowana na danym etapie jest ważnym czynnikiem funkcjonowania komunikacji. Efektywność procesów porozumiewania się zależy bowiem od podobieństw w sferze umiejętności nawiązywania i utrzymywania kontaktów, a to z kolei jest pochodną wykształcenia, poziomu kulturalnego i społecznych doświadczeń. Im większe są różnice dotyczące wymienionych cech, tym większe prawdopodobieństwo, że komunikacja będzie nieefektywna. Możliwości rozumienia wysyłanych i odbieranych znaczeń muszą być podobne, co oznacza, że nadawcy i odbiorcy powinni reprezentować podobny stopień umiejętności w tym względzie. Duże znaczenia dla osiągnięcia tych podobieństw ma dbałość o rozwój pracowników, o wyrównywanie ich szans i aspiracji [E. Karpowicz 2003, s. 164].

2. Komunikacja we współczesnych koncepcjach zarządzania

W dotychczasowej teorii zarządzania, która swymi korzeniami sięga szkoły klasycznej, funkcjonowanie i koordynacja działań organizacji odbywa się za pomocą sformalizowanych reguł i procedur, materialnych czynników motywacyjnych oraz formalnie nakreślonych ról zawartych zwykle w opisach stanowisk pracy. W modelu tym istnieje prymat planowania, zwłaszcza prymat planowania strategicznego, nad pozostałymi funkcjami zarządzania, które w tym układzie mają charakter wykonawczy, instrumentalny wobec strategii. Skuteczne zarządzanie organizacją występuje wówczas, gdy rezultaty odpowiadają zaplanowanym wielkościom. Natomiast odchylenia interpretowane są najczęściej jako niedociągnięcia w realizacji planu (implementacji strategii), rzadziej jako błędy w planowaniu. Omawiany model, który można określić modelem klasycznym, biurokratycznym odznacza się trzema cechami, takimi jak:

- nadrzędność planu strategicznego nad innymi funkcjami i obszarami działalności organizacji;
- koncentracja ważnych zadań, decyzji i informacji na najwyższym szczeblu zarządzania (góra myśli i kieruje);
- kierowanie personelem, odbywające się za pomocą szczegółowych procedur, reguł i bodźców materialnych, zewnętrznych.

Wobec wzrostu niepewności, turbulencji i nieciągłości zjawisk zachodzących w otoczeniu zewnętrznym i wewnętrznym procesu zarządzania ów biurokratyczny model zarządzania staje się niefunkcjonalny.

Sukcesywne rozwiązywanie w praktyce problemów organizacji nie da się rozwiązywać bez inicjatywy i współdziałania wszystkich niemal pracowników, bez zapewnienia im sporego zakresu swobody sprzyjającej szybkiej reakcji na zmiany otoczenia. Atrybutów tych pozbawiona jest organizacja biurokratyczna. Nie jest ona w stanie kontrolować ściśle zachowań członków organizacji, a pojawiające się błędy ujawniają się poniewczasie, tzn. wtedy, kiedy nie można nawet ustalić, kto i dlaczego je popełnił. Dlatego duże i wciąż rosnące znaczenie w nowoczesnym

procesie wytwórczym ma elastyczność i adaptacyjność struktur organizacyjnych, sprawny system komunikacji oraz motywacja do pracy ludzi w nim uczestniczących. Cechy te ujmują większość współczesnych metod i koncepcji zarządzania.

Wśród cech i atrybutów nowoczesnej organizacji często wymienia się:

— możliwość popełniania błędów — błędy nie są oceniane jako straty, lecz postrzegane jako szansa uczenia się i zmiany oraz nie wiążą się z karą. Jest to szczególnie istotne w warunkach dynamicznego otoczenia, gdzie przed podjęciem działań trudno jest ocenić ich sens;

— nonkonformizm i indywidualizm — wynalazcy, wizjonerzy, geniusze itp. powinni być uznawani za zawodowe subkultury i wciągnięci w funkcjonowanie przedsiębiorstwa, aby można było spojrzeć na problemy z innej perspektywy i znaleźć dzięki temu lepsze ich rozwiązanie;

— przejrzystość komunikacji — formy komunikowania się mają charakter swobodny, otwarty i bezpośredni dla każdego członka organizacji, różnice w statusie bądź w hierarchii nie mogą hamować przepływu informacji.

W tego typu organizacjach zjawisko komunikowania się pojmowane jest jako odformalizowany, dwustronny proces, który zawiera następujące elementy [E. McKenna, N. Beech 1999, s. 224—229]

- jasną koncepcję przekazu,
- odpowiednią formę przekazu przy zastosowaniu języka znanego odbiorcy,
- odpowiedni środek przekazu, przy zachowaniu zasady, że najważniejsze jest przekazywanie tej samej informacji w więcej niż jednej formie, szansa bowiem dotarcia do adresatów jest wówczas większa,
- upewnienie się, że informacja dotarła do odbiorcy,
- upewnienie się, że została zrozumiana intencja nadanego przekazu (łatwiejsze zawsze tam, gdzie komunikacja jest dwustronna),
- monitorowanie reakcji odbiorcy, zwłaszcza wówczas, gdy warunkiem respektowania treści informacji jest jego przychylność,
- uzyskanie informacji zwrotnej, gdy okoliczności tego wymagają.

Komunikację zalicza się do „miękkich” czynników organizacji. Trudno ją zmierzyć, szacować dokładnie jej realny wpływ na pożądane rezultaty, oceniać w liczbach skutki niedociągnięć w tym zakresie. Jednak jej wzrastające znaczenie we współczesnych organizacjach nie jest już przez nikogo kwestionowane [E. Karpowicz 2003, s. 154].

Warto dodać, że nowoczesna organizacja jest oparta na pracy zespołowej. Powodzenie pracy zespołów jest ściśle związane z dobrze zorganizowaną komunikacją. Po pierwsze, ważne jest stworzenie możliwości kreowania, przez te zespoły, własnych sieci komunikacyjnych, w ramach danej im pewnej swobody działań; liczebność kanałów, ich drożność i elastyczność jest czynnikiem powodzenia kolektywnej pracy i skali osiągniętych rezultatów. Po drugie, rozwiązanie, które ma być odpowiedzią na „zadany” zespołowi problem, zależy od tego, ile i jakie informacje dotrą do osób, uczestniczących w rozwiązywaniu problemu.

3. Role komunikacji wewnętrznej w kształtowaniu motywacji

Skuteczne oddziaływanie na podwładnych wymaga aktywnego komunikowania się, czyli przekazywania zamierzonych i niezbędnych w danym czasie informacji. Gotowość pracownika do podjęcia działania zależy zarówno od tego, jaką ma potrzebę, jak i od tego, jak postrzega (percypuje) i ocenia siebie, swoją obecną i przyszłą sytuację oraz swoje szanse na sukces, bądź jak walczy z ryzykiem ewentualnej porażki wraz z zaniechaniem zachowania się. Pracownik buduje obraz swojej sytuacji na podstawie informacji docierających z różnych źródeł i poprzez różne formy. Ważne jest zatem, by menedżerowie umieli tworzyć i komunikować różne informacje, które warunkują zaangażowanie się pracowników na rzecz przedsiębiorstwa, na przykład dotyczące misji, celów czy strategii przedsiębiorstwa [J. Stankiewicz 1999, s. 14–16].

Efektywna komunikacja to taka, w której informacja przekazywana przez nadawcę dociera do odbiorcy i zachęca go do podjęcia działań, które są zbieżne z oczekiwaniami i intencjami nadawcy. Jeśli porównamy tę definicję z definicją motywowania do pracy, w której motywowanie uważane jest za zbiór zamierzonych działań, które mają wpływać na zachowanie i postawę pracowników, to zauważymy, że komunikacja i motywacja odnoszą się do tego samego obszaru działań i celów, to jest wpływania na ludzi.

Można zatem przyjąć, że efektywna komunikacja w zarządzaniu zasobami ludzkimi jest środkiem stosowanym do motywowania. Może być zatem definiowana jako stymulator motywacyjny. Dobra komunikacja oznacza, że w firmie ceni się pracowników nie tylko za pełnione przez nich role, ale także za ich osobowość, inwencję i inicjatywę. Dobra komunikacja opiera się na przekazywaniu właściwych informacji i na wzajemnym do siebie zaufaniu. Informacje są właściwe wówczas, gdy są aktualne, ścisłe (dokładne), wystarczające, dostępne oraz istotne dla sprawy. Zaufanie wzajemne ułatwia przepływ informacji bez ich selekcjonowania i zniekształcania [J. Penc 1998, s. 258]. Najważniejsze korzyści, jakie płyną z dobrej komunikacji zasadzającej się na rzetelnej informacji zwrócić prezentuje tabela 1.

Świadome i umiejętne stosowanie komunikacji może wpływać na zachowania ludzi. W tym celu konieczna staje się znajomość narzędzi i metod służących takiej komunikacji z pracownikiem, która zaowocuje zwiększeniem motywacji do pracy. Do tych narzędzi i metod należy między innymi *indywidualizacja*, która oznacza traktowanie przez menedżera każdego ze swych podwładnych indywidualnie. Każdy bowiem pracownik ma inną osobowość. Kierownik powinien pamiętać, aby w stosunku do uczuć pracowników zawsze zachowywać się taktownie i z pełną wrażliwością. Ocena wykonania pracy musi odnosić się do działań, zachowań i efektów, a nie do samego pracownika. Krytykowanie jego uczuć wywołuje postawę obronną, która w naukach o komunikacji definiowana jest jako bariera efektywnej komunikacji. Krytykowanie uczuć, a nie pracy

Tabela 1

Znaczenie solidnego informowania

Autorytarny przełożony	Kooperatywny przełożony
<ul style="list-style-type: none"> — decyduje według własnego uznania, kogo, kiedy i o czym należy informować, — informuje żywiołowo, kiedy chce i zataja informacje przed współpracownikami, — uważa, że informacje udzielone pracownikom są wyróżnieniem, 	<ul style="list-style-type: none"> — nie wymaga przedkładania wszelkich informacji; ustala, kiedy, kto i o czym ma być informowany; — podaje informacje potrzebne pracownikom do wykonywania zadań, — przyjmuje informacje i pomysły pracowników
Jego współpracownicy	Jego współpracownicy
<ul style="list-style-type: none"> — mają poczucie niepewności, plotkują, — są nieufni wobec przełożonego, — rywalizują ze sobą i myślą o własnych sprawach 	<ul style="list-style-type: none"> — mają poczucie pewności i unikają plotek, — stają się samodzielni i cieszą się ponoszeniem odpowiedzialności, — mają zaufanie do przełożonego, są wobec niego szczerzy, nie boją się informować go o wszystkim.
Skutek — niewłaściwe postawy pracowników	Skutek — właściwe postawy pracowników
<ul style="list-style-type: none"> — przekazują przełożonym nierzeczowe informacje, niepełne, a nawet fałszywe, — zachowują dla siebie ważne informacje, aby imponować kolegom lub „podlizywać” się szefowi, — zachowują się egoistycznie, — traktują, podobnie jak szef swoich podwładnych na niższym szczeblu, — słuchają nieformalnych informacji (propaganda szeptana). 	<ul style="list-style-type: none"> — informują przełożonych rzeczowo, właściwie i wyczerpująco, — wnoszą własne propozycje, — chętnie przekazują informacje podległym im pracownikom, — nieformalne źródła informacji tracą znaczenie i nie mają żadnego wpływu.
<i>Wynik — zły klimat w przedsiębiorstwie i mała wydajność pracy</i>	<i>Wynik — dobry klimat w przedsiębiorstwie i wysoka wydajność pracy</i>

Źródło: [J. Penc 1998, s. 257].

podwładnego pociąga za sobą osłabienie jego motywacji. Pracownik nie jest w stanie rozważyć opinii krytycznej dotyczącej jego pracy, gdyż czując się osobiście urażony skupia uwagę na obronie własnego punktu widzenia. Bardzo ważnym elementem jest kontrola emocjonalna. Kiedy w procesie komunikacji menedżerowie zauważają wzrost emocji — zarówno po stronie nadawcy, jak i odbiorcy — powinni spróbować zahamować ten proces. Ostudzenie emocji albo przynajmniej kontrola ich okazywania motywuje do rozsądnego podchodzenia do problemu i racjonalnego podejmowania decyzji. Kontrola taka polega na rozważ-

nym doborze słów, tonu głosu i innych elementów niewerbalnej komunikacji, które zwykle są wyraźnym sygnałem naszego stanu emocjonalnego. Istotną rolę odgrywa zbieżność oceny przez kierownika rzeczywistości (osiągniętych celów) z oceną pracownika, może mieć miejsce, gdy będą się posługiwać tymi samymi narzędziami (miarami) w mierzeniu lub określaniu jednakowo rozumianych celów. Menedżerowie powinni pracować nad budowaniem zaufania swoich pracowników i oceniać wykonanie pracy na podstawie wcześniej założonych celów. Wszelkie dostrzeżone nieprawidłowości muszą być przedyskutowane z pracownikiem. Należy zwrócić również uwagę na fakt, że wykorzystywanie hierarchicznej przewagi zajmowanego stanowiska w celu wymuszenia pewnych postaw nosi nazwę bariery efektywnej komunikacji. Dlatego też, aby motywowanie było efektywne, efektywna musi być też komunikacja. Dystans hierarchiczny redukuje otwartość menedżera i respektowanie opinii podwładnych. W związku z tym pracownicy powinni być zachęceni do dzielenia się wszelkimi informacjami, nawet tymi o negatywnym zabarwieniu. Informacje te mogą mieć duże znaczenie dla funkcjonowania przedsiębiorstwa. Należy kreować wśród pracowników uczucie, że ich udział we wszelkich działaniach jest istotny zarówno dla samego menedżera, jak i dla całego przedsiębiorstwa. Nie możemy mówić o pełnej komunikacji, jeżeli nie występuje efektywne słuchanie. Polega ono na otrzymywaniu informacji, połączeniu jej z innymi informacjami z przeszłości, poczynaniu pewnych powiązań, przechowaniu informacji lub użyciu jej do sformułowania odpowiedzi. Kierownik musi być świadomy, że każdy z jego pracowników różni się pod wieloma względami komunikacyjnymi — ma inne odniesienia skojarzeniowe, poziom wiedzy z danego zagadnienia, osobowość, możliwości percepcyjne itd. Efektywne słuchanie pozwoli dostrzec te różnice i posłużyć się w procesie komunikacji odpowiednim sprzężeniem zwrotnym. Ważny element dla motywacyjnego oddziaływania komunikacji stanowi również równowaga informacyjna, ponieważ pracownicy, którzy mają zbyt mało informacji, mogą wykonywać czynności, których wcale się od nich nie oczekuje lub są wręcz niepożądane. Podobne skutki ma zbyt duże stłoczenie wiadomości. Zachowanie równowagi informacyjnej wydaje się szczególnie istotne w czasie wprowadzania do pracy. Pracownik powinien uzyskać te informacje, które pomogą mu efektywnie wykonywać pracę na jego stanowisku. Prawidłowy przebieg komunikacji nie może odbyć się bez spójności. Spójność polega na tym, że menedżer powinien dbać o to, by komunikacja niewerbalna była zharmonizowana z werbalną. Spójność komunikacji werbalnej i niewerbalnej jest stymulatorem, który wzmacnia działania motywacyjne. Słowa nie mogą być zatem nośnikami informacji sprzecznej z tą, którą przekazujemy za pomocą mimiki, modulacji głosu, oczu, gestykulacji itp. Motywując pracowników do otwartości, menedżer też musi być otwarty. Aby pracownicy spozostzegali swojego szefa jako osobę odpowiedzialną powinien on komentować zdarzenia tylko wtedy, gdy dotyczą zagadnień, w których jest kompetentny. Ukrywanie braku wiedzy w danej dziedzinie nie służy trwałemu budowaniu autorytetu.

Menedżer powinien pamiętać, że kiedy podwładni wyrażają własne opinie, należy ich uważnie wysłuchać, gdyż w ten sposób okazuje się im zainteresowanie. Formą sprzężenia zwrotnego jest również zadawanie pytań, które służy okazywaniu szacunku i uznania dla opinii pracownika. Postępując w ten sposób kierownik wychodzi naprzeciw potrzebie uznania i jednocześnie motywuje pracowników do prezentowania własnych pomysłów. Jednocześnie w każdej wiadomości, którą menedżer otrzymuje, powinien próbować znaleźć coś użytecznego. W ten sposób pracownicy czują się docenieni. Poczucie, że jest się ważnym ogniwem jakiejś całości ma pozytywny wpływ na motywację. Istotny element w procesie komunikacji stanowi *dokładność lingwistyczna*. Polega ona na tym, że menedżerowie powinni używać starannie dobranej słownictwa, a jego specyfika powinna być wypadkową charakterystyki miejsca pracy i odbiorcy. Oznacza to, że niedopuszczalne jest stosowanie języka, który jest zrozumiały tylko dla menedżerów, a nie dla ich podwładnych. W uwolnieniu się od polaryzacji, czyli operowania skrajnościami pomaga przełożonym i podwładnym zdolność akceptowania kompromisów. Czynnikiem, który działa na pracowników demotywująco jest chaos informacyjny. Dlatego menedżerowie powinni planować i organizować informacje, zanim przekażą je swoim podwładnym, nawet jeśli sami otrzymali je w nieuporządkowanej formie. Należy podkreślić też, że jeżeli informacja, która ma być przekazana nie jest pilna, menedżer nie powinien wymagać, aby pracownik przerywał pracę dla wysłuchania jej. Jest to oznaka braku uznania dla wartości pracy, którą wykonuje podwładny. Komunikacja jest również istotnym środkiem zatwierdzania zmian. To menedżer, który chce przewyciężyć brak akceptacji dla podjętych lub proponowanych zmian, musi uświadomić pracownikowi, jak ważne dla osiągnięcia sukcesu jest jego zaangażowanie.

4. Wybrane przyczyny zakłóceń procesu komunikacji

Zwiększenie skuteczności poszczególnych aktów i całego procesu komunikowania się możliwe jest jedynie pod warunkiem uwzględnienia jego zmienności, która bywa przyczyną wielu nieporozumień. Dlatego, omawiając proces komunikacji interpersonalnej należy zwrócić szczególną uwagę na błędy i zakłócenia w nim występujące. Są one wypadkową wielu różnorodnych czynników, wśród których można wyróżnić dwie podstawowe grupy, a mianowicie:

1. Grupę indywidualnych barier komunikacyjnych, do której zalicza się m.in.:
 - błędy i zakłócenia spowodowane nieprawidłową interpretacją kodu werbalnego i niewerbalnego,
 - błędy i zakłócenia spowodowane barierami osobowościowymi i intelektualnymi,
 - błędy i zakłócenia powstające na gruncie niezgodności celów i postaw komunikacyjnych;

2. Grupę społecznych barier komunikacyjnych, do której zalicza się m.in. błędy i zakłócenia wynikające z:

- różnicy kultur i środowisk, z których wywodzą się partnerzy,
- przynależności do otwartych lub elitarnych środowisk społecznych,
- kontroli społecznej ustalającej sformalizowane zasady porozumiewania się,
- technicyzacji, instytucjonalizacji i komercjalizacji informacji [H. Raimann 1974, s. 96].

Częstym nieporozumieniem występującym podczas komunikowania się ludzi jest brak adekwatności znaków językowych w stosunku do tego, co zamierza się przekazać. Takie nieprawidłowe wypowiedzenie, czy użycie przez nadawcę konkretnego słowa powoduje w konsekwencji błędną jego interpretację przez odbiorcę. Inne tego rodzaju nieporozumienia powstają w związku z tym, że niektóre wyrażenia językowe mają dość szerokie możliwości interpretacji, a co za tym idzie — zastosowania. Nieporozumienia tego rodzaju mogą być korygowane przez sprzężenie zwrotne, które umożliwia partnerom komunikacji interpersonalnej ustalenie konkretnych znaczeń wyrażań przez nich używanych.

Do istotnych nieporozumień w interpretacji kodu werbalnego dochodzi często w sytuacji, gdy wiadomość posiada cechy innowacji — nowości, z którą odbiorcy spotykają się po raz pierwszy. Typowymi przykładami są tu problemy z prawidłową interpretacją nowych sformułowań, zwrotów, lub z opisem nieznanych odbiorcy sytuacji, zjawisk, czy stanów rzeczy. Prawidłowe odczytanie tego rodzaju niespodziewanych wiadomości wiąże się z określoną wiedzą semantyczną odbiorcy i jego zdolnościami interpretacyjnymi. Stosowanie w tym przypadku przez nadawcę prostej redundacji, polegającej na przywołaniu ogólnie znanych pojęć obok nowych, nieznanych sformułowań, bywa często najprostszą możliwością osiągnięcia pozytywnego skutku.

Źródeł nieporozumień w procesie komunikacji interpersonalnej można doszukać się m.in.: w zróżnicowanym poziomie intelektualnym partnerów, którzy posługują się wzajemnie niezrozumiałą symboliką, w barierach i zahamowaniach komunikacyjnych o podłożu osobowościowym oraz fizycznych i technicznych trudnościach przekazu.

Poziom intelektualny kształtuje zdolności komunikacyjne partnerów i umożliwia im odpowiednią interpretację informacji. Prawidłowa klasyfikacja i interpretacja wiadomości wiąże się z możliwościami intelektualnymi danej osoby. J. Mikułowski-Pomorski pisze o tzw. problemie memoryzacji informacji: „Wiele osób, przedstawicieli współczesnych społeczeństw, pozostaje w swej świadomości na poziomie faktów, nie osiągając poziomu ich hierarchicznej strukturalizacji. Są to słynne zjawiska widzenia rzeczy osobno, bez powiązań. Jest to poziom memoryzacji informacji tym trudniejszy do opuszczenia, że napływ różnorodnych faktów informacyjnych bardzo utrudnia ich uporządkowanie [J. Mikułowski-Pomorski 1988, s. 125]. Część zakłóceń procesu komunikacji wiąże się ze świadomymi manipulacjami, niedbalstwem i niewiedzą. Ich skorygowanie możliwe jest jedynie

wtedy, gdy odbiorca posiada wiedzę o danym problemie, będącym przedmiotem procesu porozumiewania się, lub informacja zostanie zweryfikowana przez inne wiadomości lub zjawiska i sytuacje jej dotyczące. Problem weryfikacji informacji i ich prawdziwości jest kwestią rozpatrywaną na gruncie teoriopoznawczym.

Kulturowe i społeczne otoczenie procesu komunikacji odgrywa istotne znaczenie w procesie komunikacji interpersonalnej i często bywa przyczyną powstawania nieporozumień. Różnice kulturowe i środowiskowe partnerów wpływają na ich wzajemny stosunek oraz określają typowy dla nich sposób porozumiewania się [J. Eicher 1995, s. 41]. Osoby wywodzące się z różnych środowisk często posługują się określonymi w tych zbiorowościach normami i wzorcami komunikacyjnymi. Inne są ich zachowania komunikacyjne, będące wypadkową ogólnych norm zachowania i postępowania. Na przykład inaczej zachowują się podczas rozmowy ludzie wywodzący się z warstw uprzywilejowanych społecznie, inaczej osoby z tzw. środowisk patologicznych.

Proces porozumiewania się w społeczeństwie, a więc także w organizacji, podlega określonym normom postępowania, które są w nim egzekwowane w ramach kontroli społecznej. Do takich, ogólnie przyjętych zasad komunikowania się należy np. sposób nawiązania i zakończenia rozmowy, charakteryzujący się wypowiedzeniem typowych zwrotów. Osoby komunikujące się, wzajemnie zobowiązane są do przestrzegania tych norm. Niepodporządkowanie się im powoduje różnego rodzaju zakłócenia w procesie komunikowania się.

Komercjalizacja i instytucjonalizacja informacji to kolejne przyczyny powstawania nieporozumień komunikacyjnych. Rozwój techniczny społeczeństw wprowadza do języka potocznego wiele sformułowań, których prawidłowe użycie i rozumienie bywa kłopotliwe dla uczestników komunikacji interpersonalnej. Typowym przykładem może być ekspansja zwrotów z dziedziny elektroniki. Szczególną rolę pełnią tutaj np. sformułowania języka komputerowego, coraz częściej trafiające do mowy potocznej.

Proces przekazywania informacji, w związku z rozwojem środków masowego komunikowania, stał się procesem zinstytucjonalizowanym a sama komunikacja stała się bardzo cennym towarem. Sytuacja ta spowodowała, że część wiadomości ze względu na ich wartość jest przedmiotem bacznie strzeżonym przez ich posiadaczy. Tego rodzaju stosunek do informacji spowodował, że ich posiadacze podczas procesu komunikowania się zachowują daleko idący dystans w stosunku do partnera, obawiając się przekazania informacji, która potencjalnie lub w rzeczywistości może być towarem.

W procesie komunikacji interpersonalnej możemy wyróżnić wiele błędów i zakłóceń. Pamiętać jednak należy, że większość z nich zostaje skorygowana za pomocą sprzężenia zwrotnego, dzięki któremu partnerzy mogą się nawzajem poinformować o problemach towarzyszących im podczas trwania poszczególnych sekwencji komunikacyjnych. Można powiedzieć, że proces porozumiewania się

— będąc typowym przejawem aktywności jednostki i społeczeństwa — posiada zdolność samoregulacji.

Reasumując można stwierdzić, że w wielu firmach pracowników nie informuje się o pełnym zakresie działalności organizacji. Tymczasem dzięki tego rodzaju informacjom ludzie zyskują lepszą motywację, poprawia się ogólna atmosfera i w efekcie buduje się wspólnotę przedsiębiorstwa.

Można w zakończeniu stwierdzić, że dla wzmocnienia motywacji pracowników współczesnych firm ważne jest, by menedżerowie stale wysyłali komunikaty następującej treści:

— twoje dążenia są godne szacunku, masz prawo realizować je w naszej organizacji,

— twój sukces jest ściśle związany z sukcesem firmy, wiele zależy od twoich dokonań,

— jesteś tu traktowany podmiotowo, indywidualnie, ważne jest dla nas twoje własne niepowtarzalne oblicze,

— zależy nam na ulepszeniu wszystkiego, co można ulepszać, liczymy na twój osobisty wkład w tym zakresie,

— twoje cele są istotne, ale nie oczekuj nazbyt wiele wyłącznie dla siebie, skup się też na celach organizacji, a dostrzeżesz związki między tym co my chcemy osiągnąć, a tym co dla ciebie jest ważne.

Przesyłanie takich sygnałów staje się czytelne przy odpowiednio częstych kontaktach, a szczególnie w toku bezpośrednich rozmów, dyskusji, zebrań. Dodać trzeba, że liczne i „treściwe” kontakty między kierownictwem a pracownikami zacieśniają nie tylko związki czysto zawodowe, ale i relacje nieformalne między ludźmi ulokowanymi w organizacji na różnych szczeblach, budując pozytywne więzi emocjonalne. Skuteczność przekazu jest zależna od zawartego w nim stopnia emocjonalności i charakteru uczuć, jakie mu towarzyszą. Uczucia negatywne, np. ciągła krytyka, psują relacje i na dłuższą metę nie sprzyjają motywacji. Treści zabarwione pozytywnie — uznaniem, podziwem wzmocniają dobre samopoczucie i poprawiają relacje, co nie pozostaje bez znaczenia dla motywacji.

Bibliografia

- Eicher J., *Sztuka komunikowania się*, Wydawnictwo Ravi, Łódź 1995.
- Grudzewski W. M., Hejduk I. K. (red.), *Przedsiębiorstwo przyszłości*, Difin, Warszawa 2000.
- Haber L. H., *Management. Zarys zarządzania firmą*, WPSB, Kraków 1995.
- Karpowicz E., *Dzielenie się wiedzą jako innowacja społeczna [w:] Zarządzanie wiedzą w przedsiębiorstwie*, pod red. B. Wawrzyńczaka, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Przedsiębiorczości i Zarządzania im. L. Koźmińskiego, Warszawa 2003.
- McKenna E., Beech N., *Zarządzanie zasobami ludzkimi*, Wydawnictwo Gebethner & Ska, Warszawa 1997.
- Mikułowski-Pomorski J., *Informacja i komunikacja*, PAN, Kraków 1998.

- Penc J., *Zarządzanie dla przyszłości. Twórcze kierowanie firmą*, Wydawnictwo PSB, Kraków 1998.
- Pomianowska O., *A kto to mówi*, „Marketing Serwis” nr 4 z 2000.
- Raimann H., *Kommunikations — Systeme*, J. C. B. Mohr Verlag, Tübingen 1974.
- Sikorski Cz., *Zachowania ludzi w organizacji*, PWN, Warszawa 1999.
- Stankiewicz J., *Komunikowanie się w organizacji*, Astrum, Wrocław 1999.
- Woźniak J.W., *Wybrane aspekty komunikacji interpersonalnej w zarządzaniu strategicznym* [w:] *Rozwój teorii i praktyki zarządzania strategicznego*, t. 1, pod red. J. Jeżaka, Polsko-Amerykańskie Centrum Zarządzania, Łódź 2003.

MICHAŁ KOZIOŁ

Bezpieczeństwo i ochrona systemów informatycznych

1. Uwagi wstępne

We współczesnym świecie coraz większą rolę odgrywa informacja, a zwłaszcza sprawne i skuteczne posługiwanie się nią. Bez umiejętności tej nie mogłyby funkcjonować instytucje i przedsiębiorstwa. W dużej mierze przyczynia się do tego nieustanny rozwój technologii teleinformatycznej. Dzięki niemu dostęp do informacji stał się łatwiejszy i szybszy, można ją gromadzić, systematyzować i wykorzystywać. Jednocześnie pojawił się problem wyodrębnienia właściwej jakości i ilości informacji dla danej organizacji, jak również jej ochrony i zabezpieczenia. W tym celu firmy i instytucje muszą opracować i wdrożyć odpowiednią politykę bezpieczeństwa, która ma za zadanie zminimalizowanie zagrożeń wewnętrznych i zewnętrznych. Przy jej opracowywaniu — podkreślają to liczni autorzy — należy uwzględnić wielkość przedsiębiorstwa, rodzaj prowadzonej działalności, zakres zastosowania sprzętu teleinformatycznego, a także określić jakie znaczenie dana informacja ma dla firmy i koszty z tym związane.

Celem artykułu jest zaprezentowanie koncepcji polityki bezpieczeństwa i ochrony informacji oraz metodyki jej implementacji w organizacji. W artykule przedstawiono najczęściej spotykane zagrożenia występujące w obszarze ochrony informacji, jak również mechanizmy ich zabezpieczenia. Zwrócono uwagę na czynnik ludzki, odgrywający najważniejszą rolę w tym procesie.

Szczególnie wiele miejsca poświęcono na omówienie etapów budowy polityki bezpieczeństwa i ochrony informacji, które uzupełniono o podanie etapu analizy i oceny sytuacji firmy. W zakończeniu artykułu zawarto ocenę skuteczności i efektywności scharakteryzowanych pokrótce narzędzi (metod, środków, oprogramowania) wykorzystywanych w praktyce ochrony informacji.

Artykuł adresowany jest głównie do specjalistów zajmujących się tym zagadnieniem, a w szczególności zarządzaniem bezpieczeństwem informacji. Nadto może być przydatny studentom kierunku informatyka i ekonometria oraz praktykom zajmującym się tym zagadnieniem.

2. Istota i rodzaje zagrożeń bezpieczeństwa informacji

Bezpieczeństwo informacji rozumiane jest zazwyczaj jako pewność ochrony dostępu do informacji zgromadzonej i pewność ochrony informacji przesłanej [J. Kosiński 2000, s. 482]. Podkreśla się przy tym, że należy przede wszystkim uwzględnić ryzyko związane z jego zagrożeniem. Nadto powinno się wyraźnie odróżnić bezpieczeństwo informacji od bezpieczeństwa systemu informacyjnego, czyli sprzętu i oprogramowania służącego do gromadzenia, przechowywania i przetwarzania informacji. Przy czym głównym źródłem zagrożeń jest konflikt interesów związany z technologiami informatycznymi [J. Kosiński 2000, s. 492]. Podstawowymi źródłami konfliktu są: wymagania i cele organizacji, ograniczenia jej rozwoju, zagrożenia, obowiązujące przepisy prawne [J. Kosiński 2000, s. 492].

Zagrożenia mogą być spowodowane poprzez:

- działania sił przyrody (np. huragany, powodzie, trzęsienia ziemi),
- czynniki ekonomiczne i/lub polityczne,
- działania człowieka (podmiotu odpowiedzialnego za szkodę),
- zaburzenia funkcjonowania systemu.

Człowiek przez niewłaściwe działanie może spowodować szkody. Można je podzielić na działania umyślne, czyli ataki, jak i działania nieumyślne. Dalej wyróżnia się ataki pasywne i aktywne. Atakami pasywnymi jest podsłuchiwanie informacji (*snooping*) znajdujących się w sieci, aktywne zaś to próby uzyskania nieautoryzowanego dostępu do systemu bądź informacji o potencjalnych lukach bezpieczeństwa w systemie [M. Szmit 2003, s. 100]. Ataki mogą nastąpić zarówno z zewnątrz, jak i wewnątrz przedsiębiorstwa. Z kolei do działań nieumyślnych zaliczamy: dążenie do odmiennych celów, zaniedbanie, brak wiedzy. Mogą się one przyczynić do ujawnienia, uszkodzenia, modyfikacji, zablokowania, a nawet do utraty informacji. Następstwem tego są straty finansowe ponoszone przez firmę, utrata znacznych jej udziałów w rynku lub/i wizerunku, co w konsekwencji może doprowadzić do jej upadku.

Specyficznym zagrożeniem dla bezpieczeństwa informacji są świadome działania człowieka związane ze sprzętem teleinformatycznym określanych mianem przestępczości komputerowej. Są to następujące rodzaje tego przestępstwa [J. Kosiński 2000, s. 487—489; M. Szmit 2003, s. 101]:

- a) przywłaszczenie sobie autorstwa programu, jego fałszowanie, a także oznaczenie cudzego programu własnym znakiem firmowym,
- b) *cracking*, czyli nieuprawnione wejście do programu w celu dokonywania skrótów, adaptacji i przeróbek zmieniających kod programu niezgodnie z intencją autora,
- c) *hacking*, czyli nieuprawniony dostęp do systemu komputerowego,
- d) przechwytywanie danych m.in. poprzez nieuprawnione wykonywanie dodatkowych kopii programu lub jego preinstalacje na dysku twardym,

- e) kradzież czasu polegająca na korzystaniu przez pracownika z systemu komputerowego poza wyznaczonymi godzinami pracy,
- f) utrudnienie lub uniemożliwienie przeprowadzenia kontroli legalności korzystania z określonego oprogramowania,
- g) paserstwo komputerowe, czyli nielegalne nabywanie i sprzedaż sprzętu i oprogramowania pochodzącego z kradzieży,
- h) oszustwa dokonywane z użyciem komputera, a w szczególności:
- oszustwa bankomatowe, polegające głównie na przywłaszczeniu cudzej karty uprawniającej do podjęcia pieniędzy z automatu bankowego,
 - fałszowanie urządzeń wejścia lub wyjścia (np. kart magnetycznych lub mikroprocesorowych),
 - oszustwa dokonywane na maszynach do gier,
 - podanie do wiadomości fałszywych danych identyfikacyjnych,
 - oszustwa dokonywane w systemach sprzedaży, np. w kasach fiskalnych,
 - niszczenie lub uszkodzenie urządzeń nawigacyjnych służących do przetwarzania danych w komunikacji;
- i) phearing, czyli oszustwa w systemach telekomunikacyjnych:
- powielanie programów komputerowych,
 - bezprawne kopiowanie topografii półprzewodników,
 - włączenie się do urządzenia telekomunikacyjnego w celu uruchomienia na cudzy rachunek impulsów telefonicznych;
- j) modyfikacja i niszczenie zasobów danych przy wykorzystaniu wszelkiego rodzaju wirusów, robaków, koni trojańskich oraz bomby logicznej. Często występują w powiązaniu z piractwem komputerowym. Wirusy są to programy wykonywalne lub makrodefinicje, ukrywające się przed użytkownikiem i powielające się w systemie komputerowym przy wykorzystaniu mechanizmów systemu operacyjnego bądź oprogramowania użytkowego. Robaki komputerowe (*I-worms*), to szczególny rodzaj wirusów komputerowych, rozmnażających się w systemie internetowym (np. w nieprawidłowo zabezpieczonej poczcie elektronicznej). Z kolei konie trojańskie są to uruchamiane przez użytkownika programy podejmujące w sposób ukryty przed nim działania w systemie komputerowym, np. udające arkusz kalkulacyjny, edytor tekstów. Wykorzystują one luki w programie lub systemie komputerowym, tzw. „tylne drzwi” (*backdoor*). Często są nosicielami wirusów komputerowych.
- k) sabotaż sprzętu i oprogramowania,
- l) rozpowszechnianie za pomocą BBS chronionego oprogramowania komputerowego,
- m) przechowywanie zabronionych przez prawo zbiorów danych o treściach: obrażających czyjeś uczucia religijne, propagujących faszyzm, rasizm, antysemityzm; pochwalających przemoc; pornograficznych (szczególnie z wykorzystaniem osób niepełnoletnich i zwierząt),
- n) przestępstwa dokonywane w witrynach internetowych.

Dokonując klasyfikacji zagrożeń warto pamiętać, że nie jest to sztywny podział, gdyż niektóre z nich nakładają się na siebie. Ponadto należy dokonując podziału uwzględnić wielkość, charakter, formę prawną oraz rodzaj prowadzonej działalności przedsiębiorstwa. Pewne zagrożenia dla bezpieczeństwa informacji mogą wystąpić zarówno dla zbioru danych, jak i systemu teleinformatycznego.

Oprócz wymienionych najczęstszymi działaniami podejmowanymi w celu zniszczenia danych jest fizyczne niszczenie sprzętu komputerowego.

Wśród wielu wymienionych źródeł zagrożeń bezpieczeństwa informacji zwłaszcza tych, które związane są z działalnością człowieka, na szczególną uwagę zasługują zagrożenia wynikłe z niewiedzy, braku fachowości, zaniedbań i innych cech osobowych oraz kultury w dziedzinie ochrony informacji. Stanowią one istotną determinantę polityki bezpieczeństwa informacji, sprowadzającą się nie tyle do wprowadzania dodatkowych urządzeń, czy programów, co raczej do odpowiedniego przeszkolenia pracowników i uświadomienia im wagi tego problemu. Można zatem mówić o kulturowych determinantach ochrony informacji, mniej eksponowanych w licznych już pracach informatyków oraz specjalistów w zakresie zarządzania informacją. Nadto szczególną ochroną należałoby objąć informacje mające strategiczne znaczenie dla konkurencji.

3. Polityka bezpieczeństwa systemu informatycznego

Każda organizacja niezależnie od formy prawnej i charakteru prowadzonej działalności powinna zapewnić bezpieczeństwo zasobów informacyjnych. Dotyczy to zwłaszcza organizacji wykorzystujących szczególnie ważne dane dla kraju lub społeczności międzynarodowych (m.in. przedsiębiorstwa o charakterze militarnym) oraz wykorzystujące nowoczesny sprzęt teleinformatyczny. Konieczne jest więc opracowanie koncepcji bezpieczeństwa. Nosi ona nazwę polityki bezpieczeństwa informacji (*security policy*). Jest to plan lub sposób działania przyjęty w celu zapewnienia bezpieczeństwa systemów i ochrony danych [M. Szmit 2003, s. 104 za: PN-I-02000]. Przed przystąpieniem do jej opracowania należy określić:

- miejsce i sposób gromadzenia i przechowywania informacji,
- potencjalne źródła zagrożeń,
- potencjalne działania mające na celu wyeliminowanie zagrożeń, a przynajmniej ograniczenie ich do akceptowanego minimum.

Nad opracowaniem i wdrożeniem polityki bezpieczeństwa w przedsiębiorstwie powinno czuwać przede wszystkim kierownictwo firmy. Jednakże swój wkład powinni wносить wszyscy pracownicy, a w szczególności informatycy i administratorzy sprzętu.

Prawidłowo opracowana polityka bezpieczeństwa powinna określać [L. Kiełtyka 2003, s. 27]:

- cele i strategię bezpieczeństwa,
- wymagany poziom bezpieczeństwa,

- klasyfikację informacji,
- rolę i odpowiedzialności w procesie przetwarzania informacji,
- strategię analizy ryzyka,
- akceptowane ryzyko szcztąkowe.

Najważniejszym jej elementem jest ochrona danych oraz sprzętu służącego do ich pozyskiwania, przetwarzania i przechowywania. Musi być opracowana w formie całościowego dokumentu, obejmującego ochronę zarówno informacji gromadzonych, przechowywanych i przetwarzanych za pomocą sprzętu teleinformatycznego, jak i metodami tradycyjnymi. Ponadto należy też uwzględnić ochronę samego systemu, jako nośnika informacji.

Wprawdzie dość powszechnie uważa się, że dla bezpieczeństwa informacji wystarczy, aby była ona wiarygodna, dostępna oraz odznaczała się poufnością, niemniej jednak warto zwrócić uwagę na inne jej desygnaty. Wybrane ważniejsze z nich to [J. Kosiński 2000, s. 482]:

— poufność (*confidentiality*) — zabezpieczająca, że dane zawarte w systemie nie będą udostępniane osobom nieupoważnionym,

— wiarygodność (*integrity*) — zapewniająca, że dane zgromadzone w systemie są integralne, nie ulegają nieupoważnionym modyfikacjom i zniekształceniom,

— dostępność (*availability*) — prowadząca do tego, że dane zawarte w systemie będą dostępne zawsze, gdy tego zażądamy a jesteśmy do tego uprawnieni [...],

— rozliczalność (*accountability*) — umożliwiająca jednoznaczne przypisanie działań do określonego użytkownika umożliwiającą określenie i weryfikację odpowiedzialności za realizowane działania,

— autentyczność (*authenticity*) — podkreśla jednoznaczność określania deklarowanej tożsamości użytkownika lub prawdziwości zasobów,

— niezawodność (*reliability*) — to właściwość określająca, że działanie systemu będzie zawsze zgodne z zamierzonym.

Proces tworzenia polityki bezpieczeństwa jest wieloetapowy [P. Lula, J. Wołoszyn 2001, s. 296]. Wyróżniamy tu następujące etapy:

- ewidencję składników systemu informatycznego,
- tworzenie projektu systemu bezpieczeństwa,
- wdrożenie systemu bezpieczeństwa,
- eksploatację systemu bezpieczeństwa.

Ewidencja składników systemu informatycznego jest pierwszym etapem tworzenia systemu bezpieczeństwa w przedsiębiorstwie. Polega na sporządzeniu szczegółowego wykazu zarówno elementów sprzętowych (sprzęt komputerowy, urządzenia telekomunikacyjne, urządzenia zewnętrzne), jak i oprogramowania (programy komputerowe, dane systemowe, dane użytkowe). Ponadto przeprowadza się szczegółowe badania i opis zarówno struktury fizycznej, jak i struktury funkcjonalnej systemu teleinformatycznego. Struktura fizyczna określa

sposób połączenia poszczególnych elementów tegoż systemu, zaś struktura funkcjonalna określa funkcje realizowane przez poszczególne składniki systemu [P. Lula, J. Wołoszyn 2001, s. 296].

Na podstawie dokonanej ewidencji składników systemu komputerowego przeprowadza się analizę ryzyka, która sprowadza się do określenia potencjalnego ryzyka, jakie występuje podczas jego eksploatacji. Przede wszystkim należy określić, które składniki są najbardziej wartościowe i dokonać prawidłowego ich zabezpieczenia. Najpierw trzeba zatem dokonać przeglądu i oceny istniejących już zabezpieczeń. Jeżeli okażą się nieodpowiednie, to wówczas należy je zmodyfikować. Ponadto należy określić źródło, stopień ich zagrożenia, ryzyko występowania tych zagrożeń, a także koszty ich eliminacji.

Tworzenie projektu systemu bezpieczeństwa, to wstępny etap opracowywania polityki bezpieczeństwa. Jest on realizowany głównie w oparciu o przeprowadzoną uprzednio analizę ryzyka. Projekt ten powinien uwzględniać wszystkie aspekty ochrony informacji i systemu informatycznego. Warto przy tym zwrócić uwagę na źródło i rodzaj zagrożeń, stopień informatyzacji przedsiębiorstwa, a także rodzaj prowadzonej działalności gospodarczej, jego formę prawną i organizacyjną. W celu zmniejszenia kosztów należy wykorzystać istniejące

W etapie wdrożenia systemu bezpieczeństwa wprowadza się wszystkie planowane zabezpieczenia, poczynając od instalacji mechanizmów programowych i sprzętowych, a na rozwiązaniach administracyjnych i prawnych kończąc. Ważnym elementem wdrażania systemu bezpieczeństwa jest jego testowanie. Polega ono na wywoływaniu zagrożenia, a następnie jego likwidacji. Do testowania powinno się wybrać pracowników, którzy nie brali udziału w pracach projektowych. Ponadto należy wykorzystać specjalistyczne narzędzia komputerowe stosowane w takich przypadkach. Jeżeli system ochrony okaże się niesprawny, to należy go zmodyfikować, lub poprawić.

Ważnym elementem wdrażania systemu bezpieczeństwa jest dobór odpowiedniego personelu. Warto przy tym podkreślić, że wszyscy pracownicy powinni być zaznajomieni z obowiązującą polityką bezpieczeństwa firmy, m.in. przez specjalne szkolenia. Przede wszystkim muszą oni zachować dyskrecję w tej sprawie. Ważne jest tu także właściwe podejście pracowników do wdrażanego systemu. Jest to ważny element polityki bezpieczeństwa wielu firm i instytucji krajów zachodnich. Jednakże wśród pracowników wielu polskich firm istnieje pogląd, iż niepotrzebny jest jakikolwiek system zabezpieczenia informacji. Ich nastawienie zmienia się dopiero po wystąpieniu realnego zagrożenia, np. kradzieży danych, zniszczenia sprzętu komputerowego itp.

Eksploatacja systemu ochrony, to ostatni etap polityki bezpieczeństwa. Polega on na ciągłym administrowaniu systemu przez wydzielone komórki. W razie wystąpienia jakichkolwiek niesprawności, usterek, bądź pojawienia się nowych zagrożeń należy dokonać jego usprawnienia lub modyfikacji. Warto rów-

niez przeprowadzać okresowe audyty dotyczące funkcjonowania systemu przez wiarygodnego specjalistę zatrudnionego z zewnątrz.

Należy pamiętać, że polityka bezpieczeństwa nie powinna zawierać szczegółowych zabezpieczeń technicznych, gdyż są one uregulowane odrębnymi przepisami i zasadami.

Wśród wymienionych etapów procesu tworzenia polityki bezpieczeństwa informacji szczególną wagę przywiązuje się do projektowania tego systemu. Mniej uwagi poświęca się etapowi wdrożenia, a zwłaszcza zagrożenia implementacji systemu wynikających z działalności człowieka.

Sumując przedstawiony wątek analizy warto zwrócić uwagę na jeszcze jedną kwestię. Otóż, wśród podanych etapów tworzenia polityki ochrony informacji pominięto etap *preparacji*, który można by nazwać etapem identyfikacji i analizy sytuacji firmy. Efektem pracy wykonanej w ramach tego etapu byłoby określenie potrzeb organizacji w zakresie wspomnianej polityki. W etapie tym w szczególności należałoby zwrócić uwagę na takie determinanty praktyki ochrony informacji, jak: wielkość firmy, jej osobowość prawna, rodzaj prowadzonej działalności, sposób zarządzania oraz przede wszystkim kulturę organizacji i strategię ochrony informacji.

4. Metody ochrony informacji

W literaturze przedmiotu znaleźć można wiele różnych klasyfikacji zabezpieczeń informacji i systemu informatycznego. Jedną z częściej podawanych jest klasyfikacja „rodzajowa” wskazująca na następujące zabezpieczenia [P. Lula, J. Wołoszyn 2001, s. 295—296]:

- zabezpieczenia fizyczne, np. fizyczne zabezpieczenia sprzętu, pomieszczeń, w których się znajdują,

- zabezpieczenia informatyczne, w tym przypadku wykorzystywane są metody i środki informatyczne, np. alarmy, czytniki telewizji przemysłowej itp., zabezpieczają one zarówno sprzęt (*hardware*), jak i oprogramowanie (*software*),

- zabezpieczenia organizacyjne polegają na przeprowadzeniu zmian organizacyjnych mających na celu zwiększenie poziomu bezpieczeństwa systemu,

- zabezpieczenia administracyjne są to wszelkiego rodzaju certyfikaty gwarantujące, że system informacyjny jest bezpieczny. Certyfikacji podlega zarówno oprogramowanie, sprzęt teleinformatyczny, wykorzystywane technologie, a także personel firmy. Najważniejszym elementem tego rodzaju zabezpieczeń jest prawidłowa administracja. Odpowiada za nią administrator. Jest to osoba powołana przez kierownictwo firmy. Posiada on wiedzę w zakresie obsługi systemu teleinformatycznego oraz odpowiednie przeszkolenie w zakresie bezpieczeństwa i ochrony tegoż systemu. Do zadań administratora należy: tworzenie kont użytkowników, określanie ich uprawnień, przeprowadzenie archiwizacji systemu i danych użytkowników, przeprowadzenie kontroli stanu systemu, instalacje mechani-

zmów zabezpieczających system komputerowy przed atakiem za pośrednictwem sieci globalnej,

— zabezpieczenia prawne to szereg uregulowań prawnych, których zadaniem jest ochrona i bezpieczeństwo systemów komputerowych. Należą do nich ustawy, uchwały, dyrektywy, normy prawne (np. ISO/IE C TR 13335 PN-I-13335), rozporządzenia, regulaminy, przepisy BHP itp. W polskim prawodawstwie podstawowymi aktami prawnymi regulującymi te kwestie są:

— Ustawa z 22 stycznia 1999 roku o ochronie informacji niejawnych — określa, które informacje są objęte klauzurą tajności lub niejawności,

— Ustawa z 29 sierpnia 1997 roku o ochronie danych osobowych — określa zasady dostępu i wykorzystania danych osobowych. Jako pierwsza wprowadziła do polskiego prawodawstwa pojęcia polityki bezpieczeństwa, ochrony systemów informatycznych i administratora bezpieczeństwa informacji [J. Kosiński 2000, s. 490],

— Ustawa z 30 października 1992 roku o ochronie topografii układów scalonych,

— Ustawa z 4 lutego 1994 roku o prawie autorskim i prawach pokrewnych,

— Ustawa z 6 czerwca 1997 roku Kodeks karny — reguluje takie zagadnienia, jak: bezprawny dostęp do systemów komputerowych, jego manipulacja, oszustwo komputerowe, sabotaż informacyjny, ataki na system komputerowy instytucji publicznych, które odgrywają szczególną rolę dla bezpieczeństwa Polski i nie tylko (instytucje rządowe, szpitale, obiekty wojskowe itp.),

— Ustawa z 29 września 1994 roku o rachunkowości (rozdział 8 art. 71—76) — reguluje zagadnienia związane z ochroną danych znajdujących się w księgach rachunkowych. Są to głównie dane finansowe.

Środki teleinformatyczne są jedną z metod ochrony i bezpieczeństwa zarówno informacji, jak również systemu informacyjnego. Są to głównie środki techniczne stanowiące uzupełnienie technicznych metod i środków fizycznej ochrony danych i systemów teleinformatycznych. Wyróżnia się tu rozwiązania sprzętowe, takie jak:

— wprowadzenie redundantnych elementów do systemów komputerowych,

— kryptograficzna ochrona informacji,

— identyfikacja i uwierzytelnienie osób,

— zapewnienie bezpieczeństwa transmisji,

— monitorowanie dostępu do systemu i realizacji zadań,

— przystosowanie systemu operacyjnego,

— ochrona elektromagnetyczna,

— ochrona programowa,

— archiwizacja danych,

— ochrona antywirusowa,

— zabezpieczenie systemu poprzez tzw. ściany przeciwogniowe,

— zabezpieczenie usług internetowych.

Wprowadzenie redundantnych elementów do systemów komputerowych, to najczęściej stosowana metoda zwiększająca bezpieczeństwo systemów teleinformatycznych. Dokonuje się tu przede wszystkim dublowania źródeł zasilania, instalowania zasilania awaryjnego, które jest automatycznie uruchamiane w przypadku awarii zasilania podstawowego. Ponadto dublowane są urządzenia pamięci masowej [P. Lula, J. Wołoszyn 2001, s. 299]. Najczęściej instaluje się w komputerach dwa lub więcej dysków magnetycznych, bądź optycznych, na których zapisuje się jednocześnie te same informacje. Niekiedy w sieci komputerowej funkcjonującej w przedsiębiorstwie instaluje się — obok serwera podstawowego — kilka serwerów dodatkowych, jak również dodatkowe dyski (tzw. matryce dyskowe), a nawet dodatkowe łącza transmisyjne. Zabezpieczenia te służą przede wszystkim zapewnieniu integralności danych [P. Lula, J. Wołoszyn 2001, s. 299]. Zmniejszają zniekształcenia informacji przerwaniem dopływu źródła zasilania (np. prądu), a nawet zmniejszają ryzyko ich utraty.

Kryptograficzna ochrona informacji, to najstarsze metody ochrony informacji. Już w starożytności posługiwano się prostymi szyframi (np. szyfr Cezara, który stworzył Juliusz Cezar). Jednakże z biegiem lat były one modyfikowane i udoskonalane (np. szyfr Thitemiusa jest zmodyfikowanym szyfrem Cezara). Dużą rolę odgrywa tu nieustanny postęp w dziedzinie teleinformatycznej. Są wykorzystywane głównie w celu zapewnienia poufności i integralności informacji. Jego działanie polega na przekształceniu informacji jawnej w jej zaszyfrowaną postać (szyfrogram). Podstawowymi szyframi są:

— Szyfry podstawieniowe, to takie, których bity, znaki lub bloki znaków są zastępowane ich utajnionymi odpowiednikami. Najczęściej stosowanymi szyframi podstawieniowymi są szyfry: monoalfabetyczne (każdej literze alfabetu tekstu jawnego odpowiada jedna litera alfabetu zaszyfrowanego), homofoniczne (każdej literze tekstu jawnego odpowiada kilka liter (tzw. homofon) alfabetu szyfrogramu), poligramowe (szyfrowane są tu grupy liter tekstu jawnego). Najprostszym tego typu szyfrem jest wspomniany już szyfr Cezara.

— Szyfry polialfabetyczne, są połączeniem kilku prostych szyfrów podstawieniowych. Każda litera tekstu jawnego jest zaszyfrowana za pomocą litery z innego alfabetu. Określa się tu jego okresowość poprzez ilość wykorzystywanych alfabetów. Podstawowym szyfrem polialfabetycznym jest szyfr opracowany przez średniowiecznego dominikanina zwany szyfrem Thitemiusa (jako kombinacja szyfru Cezara).

Aby odczytać treść faktyczną zaszyfrowanej informacji należy dokonać jej deszyfracji. Odbywa się ona za pomocą klucza. Jest to zbiór parametrów opisujących konkretne przekształcenie. W praktyce wykorzystuje się dwie metody szyfrowania: symetryczne i asymetryczne.

Metoda asymetryczna to taka, w której do szyfrowania, jak i deszyfrowania informacji tylko jednego, poufnego klucza. Wyróżniamy tu klucze strumieniowe (informacja szyfrowana jest za pomocą strumienia danych, które nie powinny być

krótsze niż zaszyfrowane informacje) oraz klucze blokowe (określonym blokiem tekstu jawnego odpowiadają bloki tekstu zaszyfrowanego). Zaletą metody symetrycznej jest stosunkowo niski nakład obliczeń ponoszonych na szyfrowanie i rozkodowanie nawet dużych plików [L. Kiełtyka 2002, s. 528]. Główną wadą jest konieczność dostarczenia klucza odbiorcy informacji. Może on zostać przechwycony w przypadku dostarczania go siecią publiczną. Z kolei w metodach asymetrycznych stosuje się dwa rodzaje kluczy: klucz publiczny nadawcy służący do zaszyfrowania informacji oraz klucz prywatny odbiorcy służący do jej rozszyfrowania. Zaletą tego rodzaju metod szyfrowania jest zagwarantowanie prywatności zarówno osobie przesyłającej, jak i odbierającej wiadomość. Natomiast podstawową wadą jest brak wyraźnego zagwarantowania autentyczności przesłanej informacji. Odbiorca przesyłki nie jest do końca pewien, czy obiekt jest tym za kogo się podaje. Sytuacja taka może prowadzić do różnego typu ataków znanych jako *Man in the Middle* („człowiek w środku”). Aby uniknąć tego typu sytuacji algorytm klucza publicznego stosowany jest wraz z podpisem elektronicznym nadawcy.

Podpis elektroniczny (cyfrowy) jest to zaszyfrowana kombinacja danych personalnych nadawcy opartych o technikę elektroniczną. Charakteryzuje się on następującymi cechami:

- stanowi ciąg znaków (cyfr, liter i innych występujących na klawiaturze komputera), jednoznacznie wiążący dokument podpisany z osobą podpisującą go,
- wymaga podstawowej wiedzy i umiejętności z zakresu informatyki,
- istnieje tylko w środowisku elektronicznym,
- jest zależny od sprzętu komputerowego, jego zasilania i oprogramowania,
- budowany jest na bazie techniki szyfrowania w systemie klucza publicznego,
- może być złożony tylko na dokumencie zakończonym. Osoba podpisująca nie może dokonywać żadnych zmian w dokumencie po jego złożeniu. Spowoduje to spadek podpisu cyfrowego,
- jest tworzony na polecenie podpisującego,
- jednoznacznie wskazuje osobę podpisującą (zawiera jej najważniejsze dane),
- posiada określoną ważność, która jest potwierdzona wydaniem w tym celu specjalnym certyfikatem,
- zakres jego stosowania określają obowiązujące przepisy prawne,
- posiadanie podpisu jest kosztowne.

Identyfikacja i uwierzytelnienie osób, polega ona na sprawdzeniu, czy dana osoba jest rzeczywiście tą, za którą się podaje. W tym celu musi podać poprawne dane przydzielone jej przez administratora sprzętu. Są to identyfikator i hasło użytkownika, a także przydzielony jej sprzętowy element zabezpieczający w postaci karty magnetycznej lub procesorowej. W celu zwiększenia wiarygodności dotyczącej tożsamości danej osoby sprawdza się niekiedy jej

cechy biometryczne, np. linie papilarne. Tego typu zabezpieczenia są stosowane w bankach.

Zapewnienie bezpieczeństwa transmisji, są to środki gwarantujące bezpieczne przesyłanie informacji w systemie informatycznym (zarówno wewnątrz, jak i na zewnątrz przedsiębiorstwa). Stosuje się tu środki bezpieczeństwa takie, jak: mechanizm chroniący przed ujawnieniem informacji o strukturze sieci, kontrola dostępu do sieci, stosowanie systemów zaporowych (tzw. ściany przeciwogniowe itp.).

Monitorowanie dostępu do systemu i realizacji zadań, to środki ochrony mające na celu wykrycie niewłaściwego zachowania użytkowników. Stosuje się tu stały nadzór nad dostępem do informacji szczególnie ważnych dla przedsiębiorstwa, jak również nad osobami mającymi prawo dostępu do nich.

Przystosowanie systemu operacyjnego, polega głównie na: konfiguracji sprzętu, kontroli przepływu informacji, akredytacji, uodpornianiu sprzętu (*hardening*) itp.

Ochrona elektromagnetyczna, to: ochrona urządzeń o niskiej emisji, stosowanie wszelkiego rodzaju osłon instalacji zasilających sprzęt, filtrowanie zasilania itp.

Ochrona programowa, są to wszelkie rozwiązania zabezpieczające zarówno sprzęt, jak i oprogramowanie. Wykorzystuje się tu następujące środki:

- dzienniki systemowe, które pozwalają na późniejszą identyfikację działalności użytkowników,
- programy śledzące,
- mechanizmy rozliczania,
- mechanizmy wspomagające pracę administratorów,
- wirtualne sieci prywatne.

Archiwizacja danych polega na tworzeniu dodatkowych kopii systemu, a także przechowywanych w nim danych. Ma to na celu zapobieżenie ich utracie na skutek awarii. Powinna być przeprowadzana regularnie. Do tego celu wykorzystuje się takie nośniki, jak: dyskietki, płyty magnetyczne, dyski magnetyczne, dyski optyczne itp. Aby zwiększyć bezpieczeństwo danych należy wybrać taki nośnik, który odznacza się największą trwałością i jest najmniej podatny na zniszczenie. Nie powinien być zainstalowany w zabezpieczonym sprzęcie. Powinny być przechowywane w osobnym pomieszczeniu i mieć dodatkowe zabezpieczenia, np. być przechowywane w sejfie. Należy także uwzględnić wielkość przedsiębiorstwa oraz rodzaj prowadzonej działalności. Jeżeli przedsiębiorstwo przechowuje dużą ilość danych (zazwyczaj duże), to zaleca się przeprowadzenie archiwizacji całościowej. W przypadku, gdy ochronie podlegają tylko niektóre dane, to wystarczy przeprowadzić archiwizację częściową (głównie w małych i średnich przedsiębiorstwach). Powinno się je co jakiś czas modyfikować.

Archiwizację danych przeprowadza powołana przez kierownictwo osoba, która odznacza się odpowiednią wiedzą w tym zakresie, postępująca zgodnie z odpo-

wiednimi przepisami. Niekiedy musi odbyć niezbędne szkolenia. Do obowiązków jej należy sprawdzanie integralności tych nośników oraz testowanie procedury odzyskiwania danych z tych nośników.

Ochrona antywirusowa, to instalacja programów zwalczających wirusy, robaki i konie trojańskie. Instaluje się je w całym systemie informatycznym firmy lub na poszczególnych stanowiskach komputerowych. Mogą być uruchomione przez cały czas, lub na żądanie użytkownika. Z uwagi na możliwość błyskawicznego rozprzestrzeniania się wirusów w skali całego globu skuteczność programów antywirusowych jest uzależniona od regularnej aktualizacji bazy wzorców wykorzystywanej w trakcie monitorowania systemu komputerowego [P. Lula, J. Wołoszyn 2001, s. 303]. Popularnym programem antywirusowym używanym przez firmy i użytkowników indywidualnych jest program o nazwie MksVir.

Zabezpieczenie systemu przez ściany przeciwogniowe (*firewall*), są to wszelkiego rodzaju zabezpieczenia sprzętowo-programowe. Polegają na zainstalowaniu w wybranym komputerze oprogramowania, którego celem jest zarządzanie komunikacją pomiędzy sieciami (zarówno wewnętrzną, jak i zewnętrzną). W celu nieprzedostania się pewnych informacji na zewnątrz organizacji instaluje się takie ściany ogniowe, które ograniczają komunikację pomiędzy sieciami wewnętrzną przedsiębiorstwa i zewnętrznymi. W skrajnym przypadku może być to komunikacja jednokierunkowa — z sieci lokalnej do globalnej [P. Lula, J. Wołoszyn 2001, s. 303]. Można również zablokować przepływ informacji.

Zabezpieczenie usług internetowych, to szereg metod i technik zabezpieczenia informacji znajdujących się w sieci Internet. Do najczęściej wykorzystywanych usług internetowych zaliczamy pocztę elektroniczną oraz strony internetowe (strony world wwide web — www).

Poczta elektroniczna jest cyfrowym odpowiednikiem zwykłej poczty funkcjonującej od dawna. Polega ona na przesyłaniu informacji tekstowych pomiędzy serwerami pocztowymi, jak również dodatkowych załączników w postaci plików, zdjęć, rysunków, grafiki komputerowej itp. Odbywa się to za pomocą specjalnego protokołu SMTP (*Simple Mail Transfer Protocol*). Najczęściej stosowanym zabezpieczeniem przesyłanych informacji jest stosowanie hasła dostępu. Jest to tylko zabezpieczenie częściowe. Aby przekaz informacji był w pełni zabezpieczony należy stosować programy pocztowe zawierające podpis elektroniczny oraz programy szyfrujące je. Programy te mogą także przeprowadzić kompresję przesyłanych wiadomości, które skracają czas ich transferu. Należy pamiętać także o niebezpieczeństwach wynikających z dołączanych przesyłek. Mogą one zawierać m.in. wirusy i robaki komputerowe uaktywniające się po ich otwarciu.

Strony www są — obok poczty elektronicznej — powszechnie stosowaną usługą sieci Internet. Są tworzone zarówno przez firmy, organizacje, a także przez osoby indywidualne. Dostęp do nich odbywa się za pomocą protokołu transferu hipertekstu HTTP (*Hiper Text Transfer Protocol*), lub protokołu transfe-

ru plików FTP (*File Transfer Protocol*). Wykorzystuje się w tym celu odpowiednie przeglądarki, w których wpisuje się odpowiednie adresy stron. Twórca witryn internetowych powinien zatroszczyć się o bezpieczeństwo prezentowanych informacji (ochrona antywirusowa, szyfrowanie ważnych informacji, ograniczanie dostępu do sieci itp.). Bezpieczniejszą odmianą protokołu HTTP jest protokół SHTTP. Wiele przedsiębiorstw, a zwłaszcza banki stosują dodatkowy protokół zabezpieczający informacje zamieszczone na stronach internetowych SSL (*Secure Sockets Lovers*). Zapewnia bezpieczną i wiarygodną komunikację w sieci, głównie w tzw. bankowości internetowej (*i-bankingu*). Gwarantuje on większą prywatność klientom banku poprzez szyfrowanie przesyłanych informacji. Ponadto klient, jak i serwer dokonują autoryzacji przesyłanych danych poprzez określenie swojej tożsamości. Zapewniona jest także integralność przesyłanych informacji (zastosowanie sum kontrolnych).

Ważną sprawą jest bezpieczeństwo transferów internetowych. Są to: przelewy bankowe, zakupy itp., klient nie powinien dopuścić do tego, aby sprzedawca zdobył numer identyfikacyjny jego karty płatniczej. W tym celu powinien dokonywać zakupów za pomocą banku, albo posłużyć się przydzielonym mu kodem certyfikacyjnym, który potwierdza się w urzędzie certyfikacyjnym, który go wydał. Aby sprzedający miał pewność, że transakcja została zawarta z właściwą osobą powinien zażądać od kupującego potwierdzenia jej poprzez użycie podpisu cyfrowego.

Wśród wymienionych i pokrótce scharakteryzowanych metod i technik ochrony informacji na szczególną uwagę zasługują te z nich, które odznaczają się dużą skutecznością i relatywnie wysoką efektywnością ekonomiczną. Należą do nich m.in. metody kryptograficzne, identyfikacja i uwierzytelnienie osób, archiwizacja danych, ochrona programowa, ochrona antywirusowa. Właśnie te techniki należałoby rekomendować firmom, zwłaszcza małym i średnim, a przede wszystkim uświadomienie zagrożenia bezpieczeństwa informacji. Niektórzy właściciele nie odczuwają potrzeby ochrony zgromadzonych danych.

Zakończenie

Jak można zauważyć tematyka bezpieczeństwa i ochrony systemu informacyjnego nie została do końca wyczerpana. Wynika to głównie z jej rozległości i wielowątkowości, jak również wiąże się z nieustannym postępowaniem w dziedzinie informatyki (sprzętu i oprogramowania). Warto przy tym dodać, że pojawiają się nowe zagrożenia, którym należy przeciwdziałać. Wobec powyższego problem stworzenia bezpiecznego systemu komputerowego jest nadal otwarty. Jego rozwiązanie wymaga jednak opracowania kompleksowej i wewnętrznie spójnej metodyki budowy systemu ochrony informacji w organizacji, zwłaszcza w firmie. Proces ten powinien obejmować zarówno etapy, jak i narzędzia badawcze umożli-

wiające ich realizację. Proponuje się więc wyróżnić etapy tworzenia polityki bezpieczeństwa informacji takie, jak:

- analiza i ocena bieżącej sytuacji firmy,
- ewidencja składników systemu informatycznego,
- tworzenie projektu systemu bezpieczeństwa,
- wdrożenie systemu bezpieczeństwa,
- eksploatacja i audyt systemu bezpieczeństwa.

Wśród licznych metod i technik badawczych wykorzystywanych w poszczególnych etapach tworzenia polityki bezpieczeństwa informacji powinna znaleźć się procedura diagnozowania społecznych uwarunkowań tej polityki, ze zwróceniem szczególnej uwagi na proces diagnozowania struktury organizacyjnej firmy.

Bibliografia

- Bezpieczeństwo informatyczne — zabezpieczenie dostępu logistycznego*, „Rachunkowość”, nr 6 z 2004.
- Bezpieczeństwo informatyczne — zabezpieczenia mechaniczne*, „Rachunkowość”, nr 1 z 2004.
- Kiełtyka L., *Komunikacja w zarządzaniu*, Agencja Wydawnicza Placet, Warszawa 2002.
- Kiełtyka L., *Zarządzanie bezpieczeństwem informacji*, „Współczesne Zarządzanie” nr 3/2003.
- Kosiński J., *Bezpieczeństwo danych i systemów teleinformatycznych [w:] Zarządzanie bezpieczeństwem*, pod red. P. Tyrały, Wydawnictwo Profesjonalnej Szkoły Biznesu, Kraków 2000.
- Lula P., Wołoszyn J., *Informatyczne metody i środki ochrony zasobów informatycznych przedsiębiorstwa [w:] System informacji strategicznej. Wywiad gospodarczy a konkurencyjność przedsiębiorstwa*, pod red. R. Borowieckiego i M. Romanowskiej, Diffin, Warszawa 2001.
- Madej J., *Polityka bezpieczeństwa i system ochrony informacji w przedsiębiorstwie*, Zeszyty Naukowe Akademii Ekonomicznej w Krakowie, Zeszyt nr 604, Kraków 2002.
- Mascha M. F., *Stop E-Mail Snoops*, „Journal of Accounting”, nr 7, sierpień 2002.
- Martinet B., Marti Y. M., *Wywiad gospodarczy. Pozyskiwanie i ochrona informacji*, PWE, Warszawa 1999.
- Sieja M., Wach K., *Rola bezpieczeństwa danych w budowie i utrzymaniu przewagi konkurencyjnej banków internetowych [w:] Informacja i wiedza w zintegrowanym systemie zarządzania*, pod red. R. Borowieckiego i M. Kwiecińskiego, Zakopane — Kraków 2004.
- Szmit M., *Informatyka w zarządzaniu*, Diffin, Warszawa 2003.
- Wołoszyn J., Lula P., *Informatyczne metody i środki ochrony zasobów informacyjnych przedsiębiorstwa [w:] Zarządzanie informacją i komunikacją*, pod red. Z. Martyniaka, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Krakowie, Kraków 2000.

Wykorzystanie funkcji wykładniczej w modelowaniu dynamiki pola pod wykresem funkcji przynależności w rozmytych szeregach czasowych

1. Wstęp

Podstawowym utrudnieniem związanym z analizą danych rozmytych jest ich wielowymiarowość. Cecha ta rzutuje zresztą na praktyczne możliwości wykorzystania badawczego metod teorii zbiorów rozmytych w ogóle. Jednym z podejść służących pokonaniu tych trudności jest poznanie własności różnych skalarnych wskaźników konstruowanych dla liczb rozmytych. I właśnie celem tego artykułu jest przedstawienie wyników badań nad dynamiką pola pod wykresem funkcji przynależności w rozmytym szeregu czasowym wygenerowanym za pomocą liniowego równania różnicowego. Okazuje się, że odwzorowaniem matematycznym, które można wykorzystać do jej aproksymacji jest złożenie funkcji wykładniczej z liniową. Do analizy występujących w tym kontekście przypadków wykorzystano eksperymenty symulacyjne. Potwierdzenie poznanych w ten sposób prawidłowości na drodze analitycznej zdaje się być bardzo skomplikowane i wymaga ewentualnych dalszych badań. Zastosowana procedura wykorzystująca symulację komputerową jest jednak na tyle efektywna, że stanowi wygodną alternatywę dla innych metod postępowania. Jej ograniczeniem jest konieczność każdorazowej weryfikacji postawionych tez w odniesieniu do konkretnego badanego przypadku. Dlatego jej prezentacja ściśle wiąże się z podstawowym tematem opracowania. Opis zastosowanej metody, jak też wynikających z tego wniosków, został zawarty w trzeciej części artykułu. Poprzedza ją wprowadzenie do założeń eksperymentów symulacyjnych i analizy otrzymanych za ich pomocą danych rozmytych. Opracowanie podsumowują wnioski.

2. Uwarunkowania eksperymentów symulacyjnych i analizy danych rozmytych

Analiza zmienności pola pod wykresem funkcji przynależności dla elementów rozmytych szeregów czasowych została zawężona w opracowaniu do przypadków

ciągów takich wartości wygenerowanych za pomocą modelu zgodnego z ogólnym wzorem.

$$x_{t+1} = ax_t + b \quad (2.1)$$

W powyższym równaniu różnicowym przyjęto, że zarówno zmienne, jak i parametry zostały zastąpione przez rzeczywiste wartości rozmyte zdefiniowane zgodnie z następującym określeniem.

Definicja 2.1. [L. A. Zadeh 1975] *Rozmyta liczba rzeczywista jest zbiorem rozmytym w przestrzeni \mathbf{R} mający ciągłą funkcję przynależności oraz spełniający warunek wypukłości:*

$$\mu_\alpha(k) \geq \mu_\alpha(x) \wedge \mu_\alpha(z) \quad \forall x, y, z \in \mathbf{R}, \quad y \in [x; z] \quad (2.2)$$

Klasę rozmytych liczb rzeczywistych oznacza się z kolei często jako $N(\mathbf{R})$.

Przyjęte założenie miało przede wszystkim charakter uproszczenia w kontekście problemów numerycznych związanych z wykonywaniem działań arytmetyki rozmytej. W tym kontekście znana z analizy skalarnej postać funkcji liniowej jest dobrą ilustracją dla przedstawionego w artykule podejścia badawczego, które znajduje identyczne zastosowanie w odniesieniu także do innych postaci równań różnicowych. Generuje przy tym również podobne rezultaty w sensie wniosków wynikających z przeprowadzonych eksperymentów symulacyjnych.

Ponadto w odniesieniu do zmiennej x_t , jak też parametrów a i b zastosowano postać trójkątnych liczb rozmytych [A. Kaufmann, M. M. Gupta 1985] oraz ograniczenie przestrzeni zdefiniowania ich funkcji przynależności do dodatnich liczb rzeczywistych. Nawiązując do definicji 2.1 założenie to przyjmuje poniższą postać

$$x_t, a, b \in N(\mathbf{R}_+) \quad (2.3)$$

Oba wskazane ograniczenia analizy miały przede wszystkim na celu umożliwienie uzyskania relatywnie dużej liczby przebiegów w kolejnych eksperymentach symulacyjnych. Uwzględniono w ten sposób ich uwarunkowania numeryczne przedstawione w pracach [J. Wołoszyn, W. Urban 2001] i [W. Urban 2001]. Wskazują one na istotne wymagania stawiane przed możliwościami obliczeniowymi komputerów wykorzystywanych do przetwarzania danych rozmytych oraz konieczność zastosowania technik aproksymacyjnych w odniesieniu do postaci ich funkcji przynależności.

Dodatkowo przyjęcie założenia o postaci trójkątnej funkcji przynależności składowych modelu (2.1) wiąże się z możliwością posługiwania się wierzchołkowym zapisem rzeczywistej liczby rozmytej zaproponowanym w artykule [W. Urban 1999]. Polega on na wykorzystaniu zaadaptowanych ogólnych zasad zapisu dla zbiorów rozmytych określonych przez L. A. Zadeha. Tak więc zbiór rozmyty A w przestrzeni X można przedstawić w poniższy sposób

$$A = \int_x \mu_A(x) / x \tag{2.4}$$

W tej formie notacji symbol $\mu_A(x)/x$ oznacza rozmyty singleton, czyli element $x \in X$ o stopniu przynależności do zbioru rozmytego A równym $\mu_A(x)$, natomiast symbol całki oznacza sumę mnogościową. Przedstawiony zapis zbioru rozmytego ma charakter uniwersalny i odnosi się do wszystkich zbiorów rozmytych w przestrzeni X . Obejmuje więc swoim zakresem również zbiory nieprzeliczalne. W odniesieniu do zbiorów przeliczalnych powyższy zapis można zastąpić następującym:

$$A = \sum_{i=1}^n \mu_A(x_i) / x \tag{2.5}$$

W przypadku rozmytych liczb rzeczywistych, gdy funkcja przynależności stanowi lub jest aproksymowana przez złożenie funkcji liniowych w charakterze singletonów można wykorzystać współrzędne wierzchołków jej wykresu. Dla odróżnienia uzyskanej w ten sposób notacji od jej wyjściowej postaci klasycznej we wspomnianej publikacji [W. Urban 1999] zaproponowano poprzedzanie par takich współrzędnych znakami tyldy. W ten sposób zapis rzeczywistej liczby rozmytej spełniającej warunek o liniowej postaci funkcji przynależności przyjmuje postać zgodną ze wzorem (2.6)

$$A \in N(\mathbf{R}) \Rightarrow A = \sum_{i=1}^n \sim \mu_A(x_i) / x_i \quad x_i, \mu_A(x_i) \in \mathbf{R} \tag{2.6}$$

gdzie $\mu_A(x)$ oznacza funkcję przynależności liczby A .

Ze względu na jej liniową postać pomiędzy wierzchołkami wykresu, dla liczb trójkątnych wzór ten można przekształcić do następującej postaci:

$$A \in N(\mathbf{R})_{\Delta} \Rightarrow A = \sum_{i=1}^3 \sim (a_i x_i + b_i) / x_i \quad a_i, b_i, x_i \in \mathbf{R} \tag{2.7}$$

W przetwarzaniu tak określonych rzeczywistych danych rozmytych zostały wykorzystane działania arytmetyki rozmytej zgodnie z definicjami podanymi w pracy [L. A. Zadeh 1975].

Definicja 2.2. Zakładając, że A i $B \in N(\mathbf{R})$ oraz przyjmując:

a) $f(x_1, x_2) = x_1 + x_2$ dla operacji dodawania $A + B \in N(\mathbf{R})$

$$\mu_{A+B}(y) = \sup_{\substack{x_1, x_2 \in \mathbf{R} \\ y = x_1 + x_2}} \min(\mu_A(x_1), \mu_B(x_2)) \forall y \in \mathbf{R} \tag{2.8}$$

b) $f(x_1, x_2) = x_1 - x_2$ dla operacji odejmowania $A - B \in N(\mathbf{R})$

$$\mu_{A-B}(y) = \sup_{\substack{x_1, x_2 \in \mathbf{R} \\ y = x_1 - x_2}} \min(\mu_A(x_1), \mu_B(x_2)) \forall y \in \mathbf{R} \quad (2.9)$$

c) $f(x_1, x_2) = x_1 \cdot x_2$ dla operacji mnożenia $A \cdot B \in N(\mathbf{R})$

$$\mu_{A \cdot B}(y) = \sup_{\substack{x_1, x_2 \in \mathbf{R} \\ y = x_1 \cdot x_2}} \min(\mu_A(x_1), \mu_B(x_2)) \forall y \in \mathbf{R} \quad (2.10)$$

d) $f(x_1, x_2) = x_1/x_2, x_2 \neq 0$ dla operacji dzielenia $A/B \in N(\mathbf{R})$

$$\mu_{A/B}(y) = \sup_{\substack{x_1, x_2 \in \mathbf{R} - \{0\} \\ y = x_1/x_2}} \min(\mu_A(x_1), \mu_B(x_2)) \quad \forall y \in \mathbf{R} \quad (2.11)$$

Do ich praktycznej realizacji zastosowano algorytmy numeryczne arytmetyki rozmytej zaprezentowane w opracowaniu [W. Urban 1999]. Było to naturalną konsekwencją zaakceptowanej na potrzeby eksperymentów symulacyjnych wierzchołkowo-liniowej reprezentacji funkcji przynależności liczb rozmytych.

Po wygenerowaniu za pomocą równań różnicowych o postaci zgodnej ze wzorem (2.1), rzeczywiste rozmyte szeregi czasowe były w następnej kolejności poddawane zabiegowi wyostrzania w oparciu o wskaźnik pola pod wykresem funkcji przynależności. Wykorzystano w tym celu poniższy zapis:

$$X \in N(\mathbf{R}) \Rightarrow P_X = \int_{-\infty}^{+\infty} \mu_X(x_X) dx_X, \quad (2.12)$$

który można przekształcić ze względu na przyjęte założenia do postaci

$$P_X = \int_{\alpha}^{\beta} \mu(x_X) dx_X = \sum_{i=1}^2 \left(\int_{y_i}^{y_{i+1}} (a_i x_X + b_i) dx_X \right) \quad (2.13)$$

gdzie α i β oznaczają końce przedziału wartości, dla których funkcja przynależności rzeczywistej liczby rozmytej przyjmuje wielkości nieujemne oraz poza którym jest równa zero.

3. Analiza zmienności pola pod wykresem funkcji przynależności w rozmytych szeregach czasowych

Pierwsze serie przeprowadzonych eksperymentów symulacyjnych zostały ukierunkowane na badanie wpływu zmian parametru a na wspomniany w poprzedniej części wskaźnik pola pod wykresem funkcji przynależności zmiennej modelu 2.1.

W tym celu modyfikowano w różny sposób przedział zdefiniowania podobnej funkcji, dla wskazanego parametru. Pod wymienionym w poprzednim zdaniu

określeniem należy rozumieć przedział, w którym funkcja przynależności przyjmuje wartości nieujemne, oraz zerowe poza nim. Własność polegająca na możliwości określenia takiego przedziału występuje w przypadku trójkątnych liczb rozmytych, jak też ogólnie w odniesieniu do większości charakterystyk ekonomicznych zdefiniowanych w przestrzeni rozmytych liczb rzeczywistych. Uzyskane przebiegi zmienności pola pod wykresem funkcji przynależności zmiennej x_t można zezemplifikować za pomocą następujących modeli.

$$\begin{aligned} x_{t+1} &= (\sim 0/0,7 + \sim 1/0,8 + \sim 0/0,9)x_t + (\sim 0/1 + \sim 1/2 + \sim 0/3) \\ x_0 &= \sim 0/0,9 + \sim 1/1 + \sim 0/1,1 \end{aligned} \tag{3.1}$$

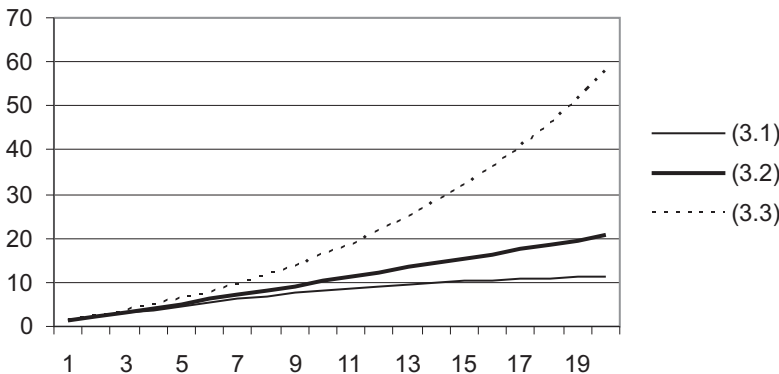
$$\begin{aligned} x_{t+1} &= (\sim 0/0,8 + \sim 1/0,9 + \sim 0/1)x_t + (\sim 0/1 + \sim 1/2 + \sim 0/3) \\ x_0 &= \sim 0/0,9 + \sim 1/1 + \sim 0/1,1 \end{aligned} \tag{3.2}$$

$$\begin{aligned} x_{t+1} &= (\sim 0/0,9 + \sim 1/1 + \sim 0/1,1)x_t + (\sim 0/1 + \sim 1/2 + \sim 0/3) \\ x_0 &= \sim 0/0,9 + \sim 1/1 + \sim 0/1,1 \end{aligned} \tag{3.3}$$

Wykazują one przede wszystkim zróżnicowanie w zakresie przynależności do przedziału zdefiniowania funkcji przynależności parametru a wartości większych lub równych jeden. Ilustrację zmienności pola P_X zmiennej x_t dla powyższych modeli stanowią wykresy na rysunku 3.1.

Rysunek 3.1

Wykresy zmienności pola pod wykresem funkcji przynależności zmiennej x_t w kolejnych przebiegach symulacji dla modeli 3.1—3



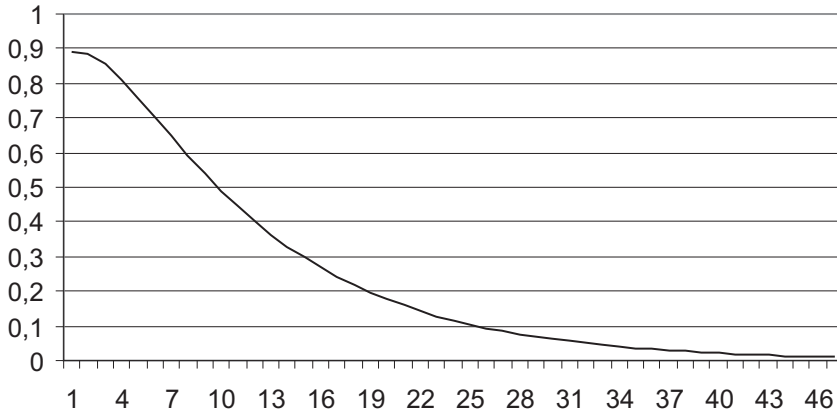
Źródło: opracowanie własne.

Uzyskane wykresy zmian pola pod wykresem funkcji przynależności dla modeli 3.1 i 3.3 dają się aproksymować za pomocą funkcji wykładniczej. Jej parametry można estymować bezpośrednio albo wykorzystując metodę opartą na wy-

znaczeniu empirycznych wartości pierwszych, albo drugich pochodnych P_X . Wykresy empirycznych wielkości pierwszych pochodnych dla wspomnianych modeli przedstawiają rysunki 3.2 i 3.3.

Rysunek 3.2

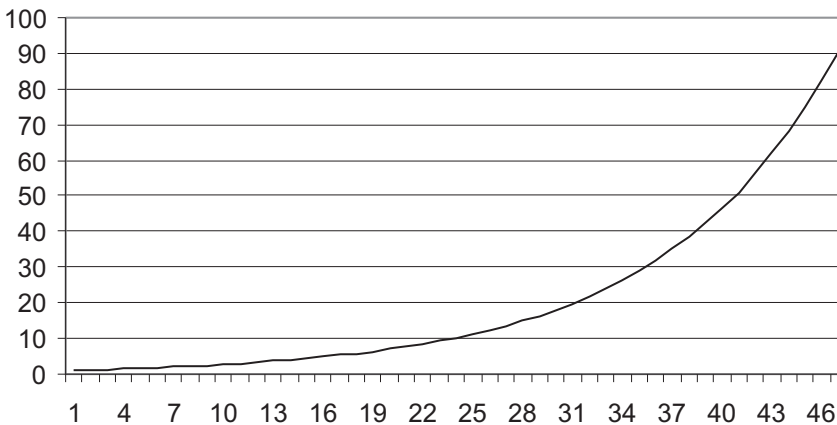
Wykres empirycznych wartości pierwszej pochodnej zmian pola pod wykresem funkcji przynależności zmiennej modelu 3.1 w kolejnych przebiegach symulacji



Źródło: opracowanie własne.

Rysunek 3.3

Wykres empirycznych wartości pierwszej pochodnej zmian pola pod wykresem funkcji przynależności zmiennej modelu 3.3 w kolejnych przebiegach symulacji



Źródło: opracowanie własne.

Ich aproksymacją może być także funkcja wykładnicza występująca w złożeniu z innym odwzorowaniem zgodnie ze wzorem (3.4).

$$P'_{X_t}(t) = e^{f(t)} \quad t \in R \quad (3.4)$$

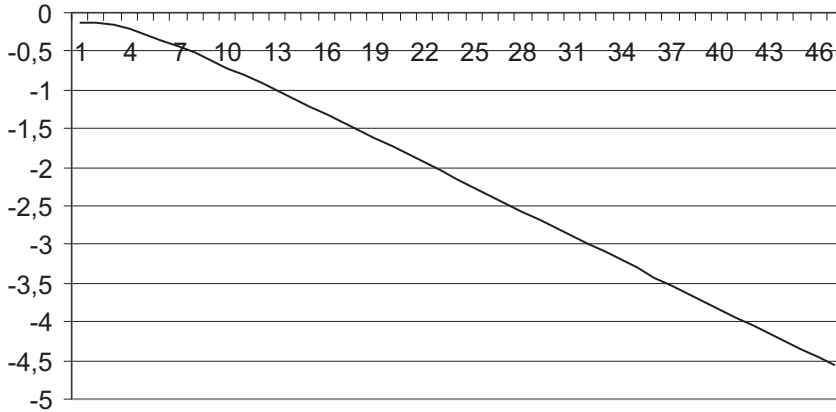
Postać zależności $f(t)$ można określić poprzez proste przekształcenie:

$$f(t) = \ln P'_{X_i}(t) \quad (3.5)$$

Wykorzystanie powyższego wzoru pozwala na uzyskanie wykresów przebiegów funkcji $f(t)$ dla każdego z badanych przypadków. Przedstawiają je rysunki 3.4 oraz 3.5.

Rysunek 3.4

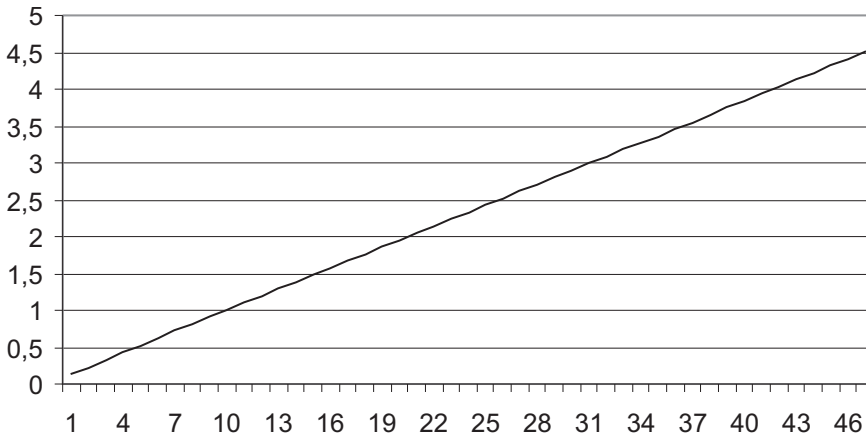
Wykres empirycznych wartości funkcji $f(t)$ dla modelu 3.1 w kolejnych przebiegach symulacji



Źródło: opracowanie własne.

Rysunek 3.5

Wykres empirycznych wartości funkcji $f(t)$ dla modelu 3.3 w kolejnych przebiegach symulacji



Źródło: opracowanie własne.

Wynika z nich, jak też z przeprowadzonych badań, że funkcja liniowa jest najczęściej występującym odwzorowaniem, które występuje w złożeniu opisanym wzorem (3.4). Ulega on w związku z tym przekształceniu do poniższej postaci.

$$P'_{X_t}(t) = e^{at+\beta} \quad t \in R \quad (3.6)$$

Po estymacji parametrów wzór ten w odniesieniu do danych otrzymanych za pomocą modeli 3.1 i 3.3 prezentuje się następująco

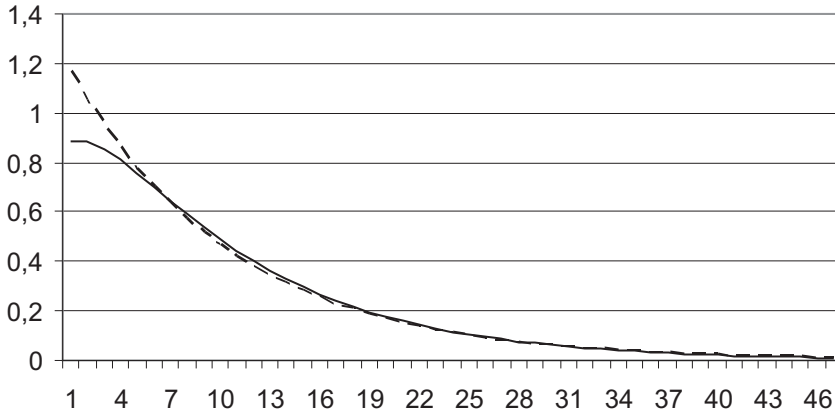
$$P'_{X_t,(3.1)} = e^{-0,10169t+0,356504} \quad (3.7)$$

$$P'_{X_t,(3.3)} = e^{0,094655t-0,04} \quad (3.8)$$

Zależności 3.7 oraz 3.8 pozwalają na obliczenie teoretycznych wartości pierwszych pochodnych, których zestawienie z ich empirycznymi odpowiednikami nie-

Rysunek 3.6

Wykresy empirycznych i teoretycznych wartości pierwszej pochodnej pola pod wykresem funkcji przynależności zmiennej modelu 3.1 w kolejnych przebiegach symulacji



Źródło: opracowanie własne.

zależnie dla każdego z wymienionych modeli przedstawiają rysunki 3.6 oraz 3.7.

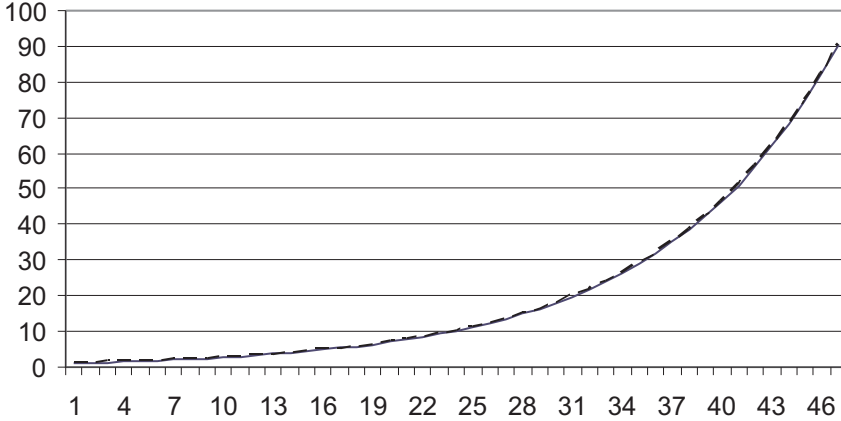
Uzyskana w ten sposób aproksymacja pierwszej pochodnej wskaźnika pola pod wykresem funkcji przynależności stanowi podstawę dla zdefiniowania wzoru bezpośrednio na dynamikę pola. W tym celu można skorzystać z zależności

$$P_{X_t}(t) = \int P'_{X_t}(t) dt = \int e^{at+\beta} dt = \frac{1}{\alpha} e^{at+\beta} + C \quad t \in R \quad (3.9)$$

Estymacji stałej C można dokonać na przykład poprzez porównanie empirycz-

Rysunek 3.7

Wykresy empirycznych i teoretycznych wartości pierwszej pochodnej pola pod wykresem funkcji przynależności zmiennej modelu 3.3 w kolejnych przebiegach symulacji



Źródło: opracowanie własne.

nych wartości pola z ich odpowiednikami teoretycznymi obliczonymi w oparciu o powyższy wzór bez uwzględnienia tej wielkości. Dla potrzeb przykładów prezentowanych w opracowaniu skorzystano z mediany odpowiednich różnic. Uzyskano w ten sposób ostateczne postacie zależności na dynamikę pola pod wykresem funkcji przynależności zmiennej rozmytej x_t w modelach 3.1 oraz 3.3.

$$P_{X,(3.1)} = -9,83397e^{-0,10169t+0,356504} + 13,34023 \quad (3.10)$$

$$P_{X,(3.3)} = 10,56472e^{0,094655t-0,04} - 10,019 \quad (3.11)$$

Zestawienie wykresów zmienności pola wyznaczonego w oparciu o powyższe wzory z otrzymanym dla danych empirycznych, niezależnie dla każdego z badanych modeli przedstawiają rysunki 3.8 i 3.9.

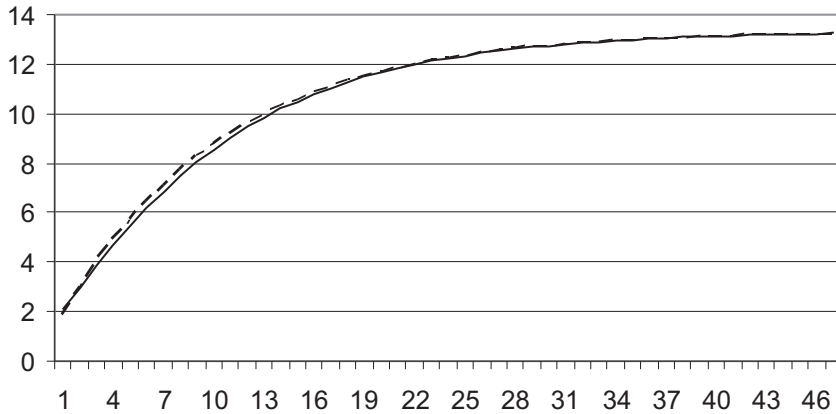
W dalszych eksperymentach symulacyjnych badano wpływ następujących czynników:

- zmiana wartości parametru b ;
- zwiększanie różnicy pomiędzy dolną granicą zdefiniowania niezerowej części wykresu funkcji przynależności wartości startowej, zmiennej rozmytej x_t w modelu 3.1, a górną granicą analogicznego przedziału parametru a .

Jeśli chodzi o zmianę wielkości parametru b to nie odgrywa ona istotnego wpływu na ogólną tendencję dynamiki pola pod wykresem funkcji przynależności zmiennej rozmytej modelu 2.1. Jako przykład można wskazać rezultaty eksperymentów symulacyjnych z modelem 3.1, w którym przedział zdefiniowania niezerowej części wykresu jego funkcji przynależności był stopniowo modyfikowany. Modyfikacja polegała na zmniejszaniu różnicy pomiędzy sąsiadującymi wartościami

Rysunek 3.8

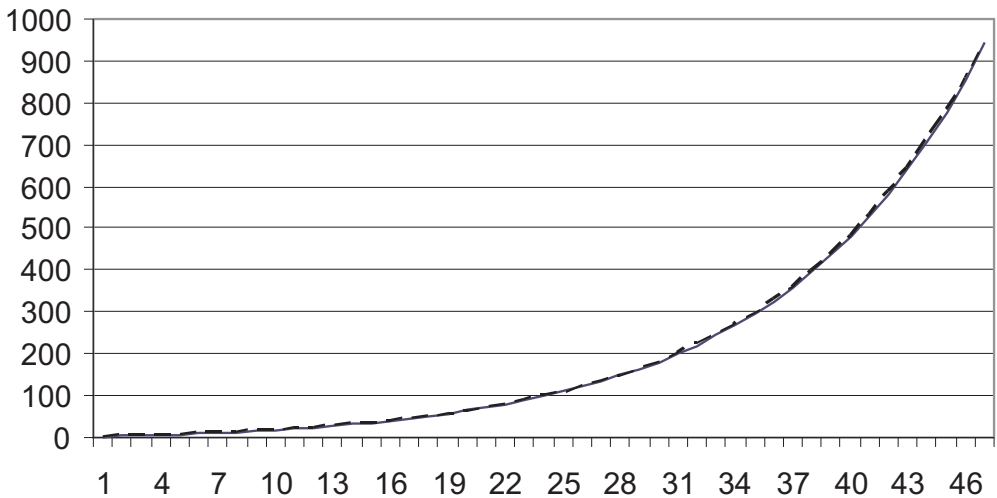
Wykres empirycznych i teoretycznych wartości pola pod wykresem funkcji przynależności zmiennej modelu 3.1 w kolejnych przebiegach symulacji



Źródło: opracowanie własne.

Rysunek 3.9

Wykres empirycznych i teoretycznych wartości pola pod wykresem funkcji przynależności zmiennej modelu 3.3 w kolejnych przebiegach symulacji



Źródło: opracowanie własne.

ciami dziedziny tej funkcji, odpowiadającymi wierzchołkom na jej wykresie. Różnica ta była stopniowa zmniejszana do wielkości bliskich zeru. Otrzymane w wyniku eksperymentów z modelami 3.12—3.15 wykresy przedstawia rysunek 3.10.

$$x_{t+1} = (\tilde{0}/0,7 + \tilde{1}/0,8 + \tilde{0}/0,9)x_t + (\tilde{0}/1 + \tilde{1}/1,9 + \tilde{0}/2,8) \tag{3.12}$$

$$x_0 = \tilde{0}/0,9 + \tilde{1}/1 + \tilde{0}/1,1$$

$$x_{t+1} = (\tilde{0}/0,7 + \tilde{1}/0,8 + \tilde{0}/0,9)x_t + (\tilde{0}/1 + \tilde{1}/1,7 + \tilde{0}/2,4) \tag{3.13}$$

$$x_0 = \tilde{0}/0,9 + \tilde{1}/1 + \tilde{0}/1,1$$

$$x_{t+1} = (\tilde{0}/0,7 + \tilde{1}/0,8 + \tilde{0}/0,9)x_t + (\tilde{0}/1 + \tilde{1}/1,4 + \tilde{0}/1,8) \tag{3.14}$$

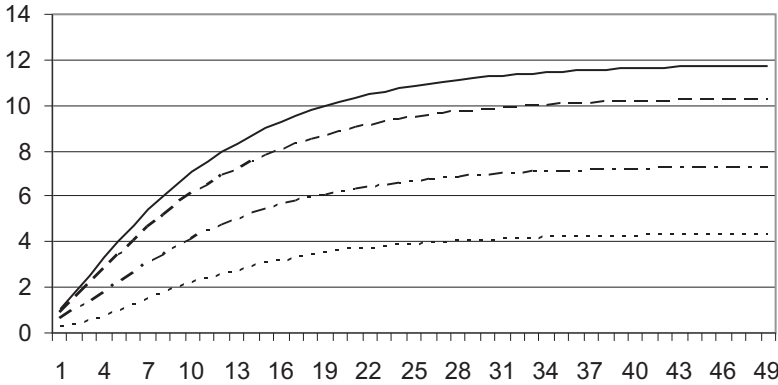
$$x_0 = \tilde{0}/0,9 + \tilde{1}/1 + \tilde{0}/1,1$$

$$x_{t+1} = (\tilde{0}/0,7 + \tilde{1}/0,8 + \tilde{0}/0,9)x_t + (\tilde{0}/1 + \tilde{1}/1,2 + \tilde{0}/1,4) \tag{3.15}$$

$$x_0 = \tilde{0}/0,9 + \tilde{1}/1 + \tilde{0}/1,1$$

Rysunek 3.10

Wykresy zmian pola pod wykresem funkcji przynależności zmiennej rozmytej w kolejnych przebiegach symulacji z modelami 3.12—3.15

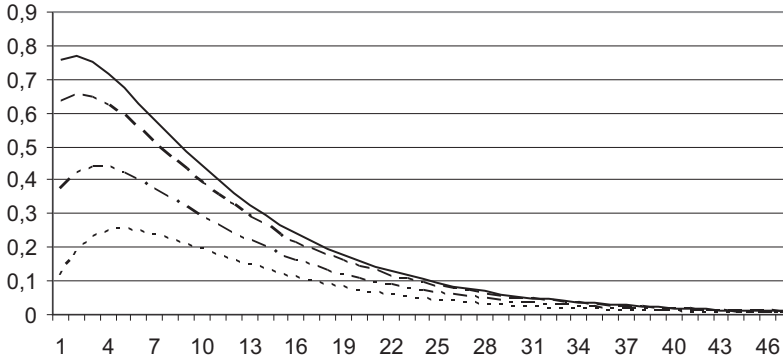


Źródło: opracowanie własne.

Wyraźnie wskazują one na podobny charakter dynamiki do opisywanej wcześniej. Bardziej znaczący wpływ modyfikacji parametru b uwidacznia się dopiero na wykresach pierwszych pochodnych wyznaczonych w oparciu o dane empiryczne. Prezentuje to rysunek 3.11. Tym niemniej w każdym z modeli 3.12—3.15 znajduje zastosowanie opisana procedura estymacji wzoru 3.9, służąca w efekcie aproksymacji za jego pomocą dynamiki pola pod wykresem funkcji przynależności badanej zmiennej rozmytej.

Rysunek 3.11

Wykresy wartości pierwszych pochodnych zmian pola pod wykresem funkcji przynależności zmiennej rozmytej w kolejnych przebiegach symulacji z modelami 3.12—3.15, wyznaczonych w oparciu o dane empiryczne



Źródło: opracowanie własne.

Odmierna sytuacja ma jednak miejsce w odniesieniu do drugiego ze wskazanych przypadków.

Przykładem mogą być modele 3.16—3.18.

$$x_{t+1} = (\tilde{0}/0,4 + \tilde{1}/0,5 + \tilde{0}/0,6)x_t + (\tilde{0}/0 + \tilde{1}/1 + \tilde{0}/2) \quad (3.16)$$

$$x_0 = \tilde{0}/2000 + \tilde{1}/2000,1 + \tilde{0}/2000,2$$

$$x_{t+1} = (\tilde{0}/0,4 + \tilde{1}/0,5 + \tilde{0}/0,6)x_t + (\tilde{0}/0 + \tilde{1}/1 + \tilde{0}/2) \quad (3.17)$$

$$x_0 = \tilde{0}/1000 + \tilde{1}/1000,1 + \tilde{0}/1000,2$$

$$x_{t+1} = (\tilde{0}/0,4 + \tilde{1}/0,5 + \tilde{0}/0,6)x_t + (\tilde{0}/0 + \tilde{1}/1 + \tilde{0}/2) \quad (3.18)$$

$$x_0 = \tilde{0}/100 + \tilde{1}/100,1 + \tilde{0}/100,2$$

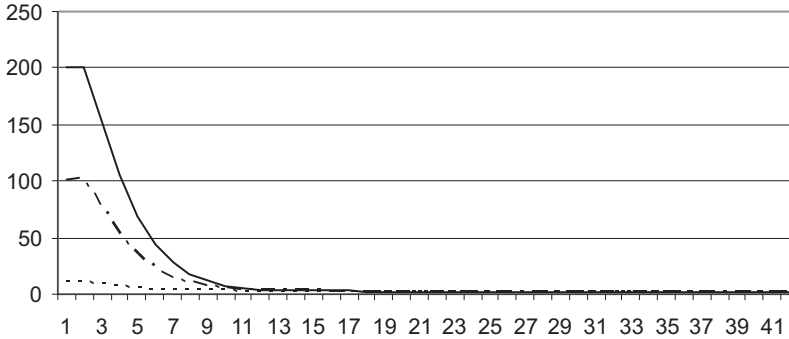
Przebieg zmian pola pod wykresem funkcji przynależności zmiennej rozmytej x_t dla tych modeli ilustrują wykresy na rysunku 3.12.

Pokazują one jeszcze jedną odmianę dynamiki tego wskaźnika. Do jej aproksymacji konieczne staje się jednak wykorzystanie wartości jego drugich pochodnych obliczonych dla danych pochodzących z eksperymentów symulacyjnych. Jest to następstwem ujemnych empirycznych wartości pierwszej pochodnej pola pod wykresem funkcji przynależności zmiennej rozmytej dla tych modeli. Jako przykład może posłużyć przypadek opisany wzorem (3.16), co ilustruje wykres na rysunku 3.13.

Wykres wartości drugiej pochodnej wskaźnika pola pod wykresem funkcji przynależności zmiennej tego modelu, wyznaczonych w oparciu o rezultaty eksperymentów symulacyjnych prezentuje rysunek 3.14.

Rysunek 3.12

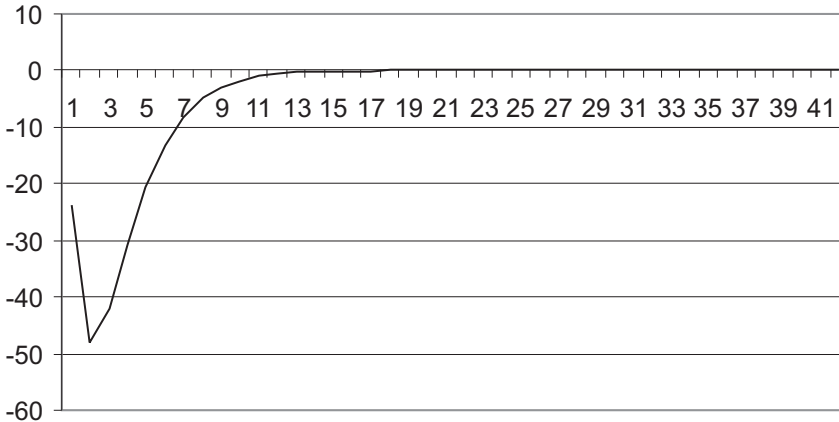
Wykresy dynamiki pola pod wykresem funkcji przynależności zmiennej rozmytej w kolejnych przebiegach symulacji z modelami 3.16—3.18



Źródło: opracowanie własne.

Rysunek 3.13

Wykres wartości empirycznych pierwszej pochodnej pola pod wykresem funkcji przynależności zmiennej modelu 3.16 w kolejnych przebiegach symulacji



Źródło: opracowanie własne.

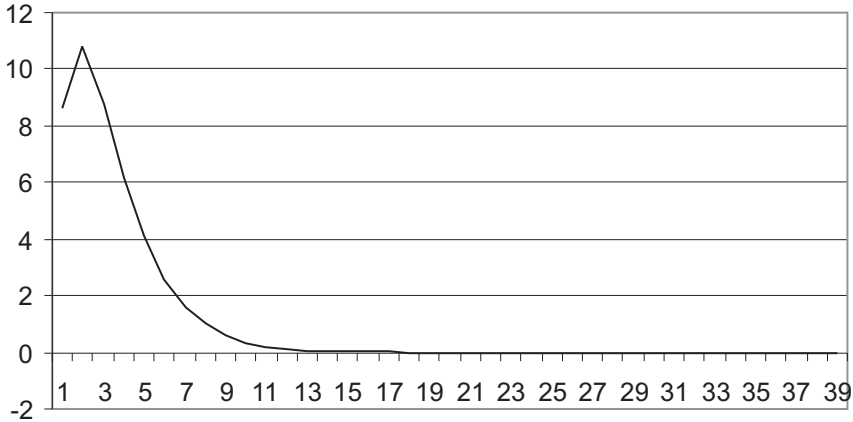
Można go aproksymować za pomocą wzoru 3.6. Wynika to z faktu, że zlogarytmizowane empiryczne wartości drugiej pochodnej odpowiadają w przybliżeniu funkcji liniowej (rysunek 3.15).

Zgodność nie jest jednak tak dokładna, jak w przypadku wcześniej rozważanych przypadków. W rezultacie wzór wykładniczej aproksymacji empirycznych wartości drugiej pochodnej pola pod wykresem funkcji przynależności zmiennej modelu 3.16 przyjmuje postać

$$P''_{X_i} \approx P''_{X_i}(t) = e^{-0,51716t + 5,461463} \tag{3.19}$$

Rysunek 3.14

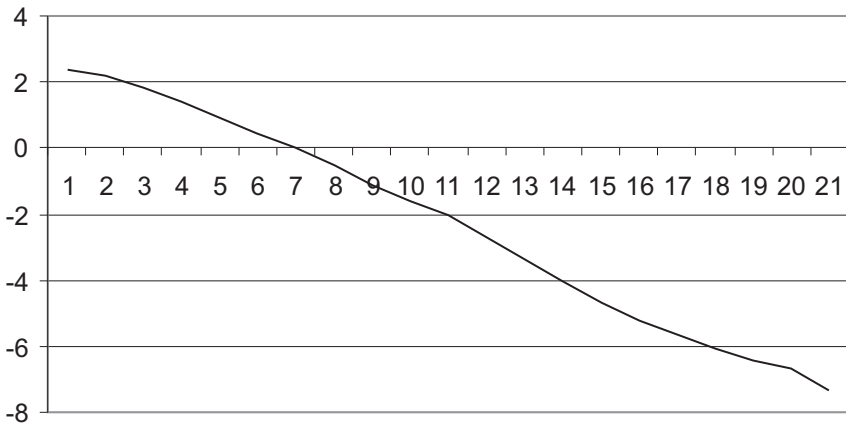
Wykres wartości empirycznych drugiej pochodnej pola pod wykresem funkcji przynależności zmiennej modelu 3.16 w kolejnych przebiegach symulacji



Źródło: opracowanie własne.

Rysunek 3.15

Wykres zlogarytmizowanych wartości empirycznych drugiej pochodnej pola pod wykresem funkcji przynależności zmiennej modelu 3.16 w kolejnych przebiegach symulacji



Źródło: opracowanie własne.

Wykorzystując z kolei zależność 3.9 można otrzymać zapis definiujący aproksymację pierwszej pochodnej

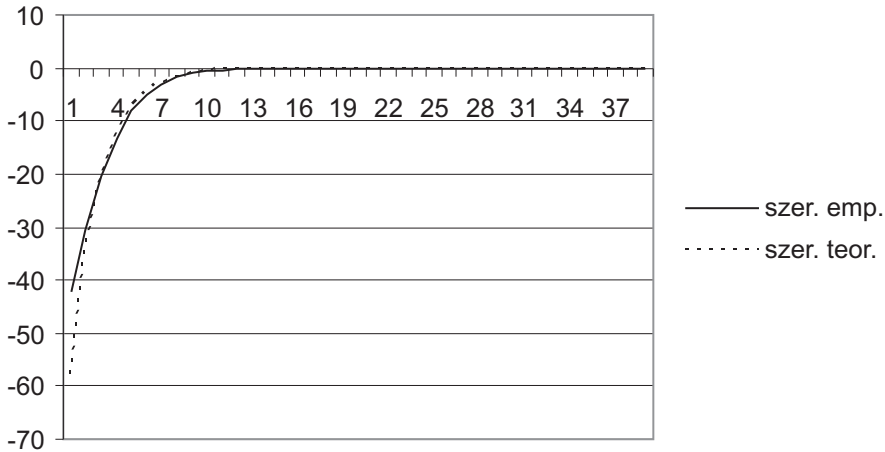
$$P'_{X_t} \approx P'_{X_t}(t) = -1,93364e^{-0,51716t+5,461463} - 3,32082E - 0,7 \quad (3.20)$$

Odpowiedni wykres konfrontacji wartości tej wielkości obliczonych za pomocą

powyższego wzoru oraz danych pochodzących z doświadczenia przedstawia rysunek 3.16.

Rysunek 3.16

Wykresy wartości empirycznych i teoretycznych pierwszej pochodnej pola pod wykresem funkcji przynależności zmiennej modelu 3.16 w kolejnych przebiegach symulacji



Źródło: opracowanie własne.

Uzyskany poziom zbliżności pozwolił na przekształcenie zależności 3.20 do postaci definiującej dynamikę pola pod wykresem funkcji przynależności zmiennej modelu 3.16.

$$P'_{X_t}(t) = \frac{1}{\alpha} e^{at+\beta} + C \quad t \in R \Rightarrow P_{X_t}(t) = \int P'_{X_t}(t) dt = \int \left(\frac{1}{\alpha} e^{at+\beta} + C \right) dt = \frac{1}{\alpha^2} e^{at+\beta} + Ct + D \quad t \in R \tag{3.21}$$

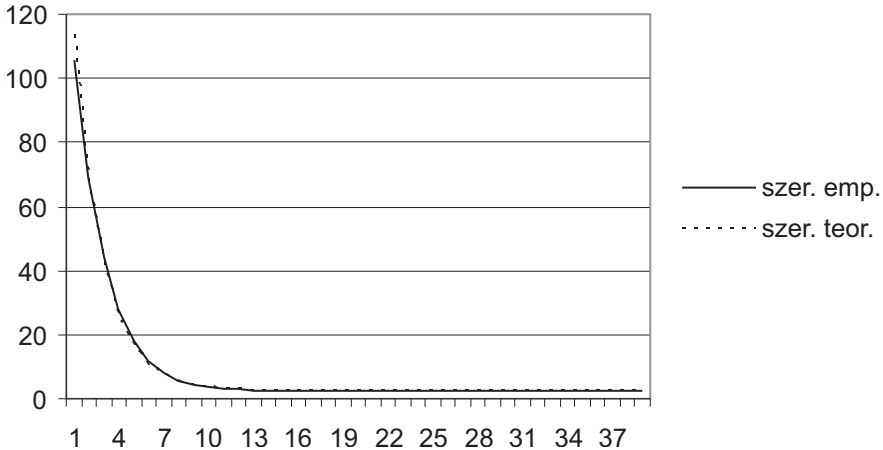
Jak łatwo zauważyć parametry wzoru 3.21 są łatwe do estymacji przy wykorzystaniu podobnej zasady, jak w przypadku zależności 3.9. Tak więc w odniesieniu do modelu 3.16 przyjmuje on ostatecznie postać

$$P_{X_t} \approx P_{X_t}(t) = 3,738975e^{-0,51716t+5,461463} - 3,32082E-07t + 2,486415 \quad t \in R \tag{3.22}$$

Wykres dynamiki teoretycznej (opartej na powyższym wzorze) oraz empirycznej (wynikającej z danych otrzymanych w kolejnych przebiegach eksperymentu symulacyjnego) pola pod wykresem funkcji przynależności zmiennej rozmytej modelu 3.16 zawarty na rysunku 3.17 stanowi pewne potwierdzenie dla prawidłowości dokonanych przekształceń.

Rysunek 3.17

Wykres empirycznych i teoretycznych wartości pola pod wykresem funkcji przynależności zmiennej modelu 3.16 w kolejnych przebiegach symulacji



Źródło: opracowanie własne.

Przeprowadzone dodatkowo badania potwierdziły przydatność wzoru 3.21 oraz procedury jego estymacji także w odniesieniu do wcześniej prezentowanych przypadków, wskazując na jego ogólniejsze znaczenie przynajmniej w odniesieniu do rozważanej klasy modeli matematycznych.

4. Wnioski

Przedstawione w opracowaniu rozważania zostały oparte na licznych eksperymentach symulacyjnych z różnymi modelami wykorzystującymi metody teorii zbiorów rozmytych. Część z nich została wykorzystana w formie przykładów do zilustrowania postawionych w artykule tez. Potwierdzają one przydatność funkcji wykładniczej do aproksymacji dynamiki pola pod wykresem funkcji przynależności zmiennej rozmytej modelu o ogólnej postaci (2.1). Należy przy tym zauważyć na podstawie zaprezentowanych rozważań, że ogólną postać tej zależności najlepiej definiuje wzór (3.21). Dodatkowe eksperymenty, przy rozszerzeniu dziedziny funkcji przynależności dla wszystkich wielkości rozmytych modelu do całej przestrzeni liczb rzeczywistych, również potwierdziły zasadność sformułowanych wniosków. W tych jednak przypadkach liczba uzyskanych danych empirycznych w eksperymentach symulacyjnych była znacznie mniejsza niż w sytuacji nałożonych ograniczeń na dziedzinę tej funkcji. Tym niemniej uzyskana wiedza odnośnie do specyfiki rozmytych szeregów czasowych wygenerowanych w oparciu o znaną z analizy skalarnej zależność liniową pozwala na jej praktyczne zastosowanie. Taką propozycją może być aproksymacja gausso-podobnych funkcji przy-

należności zmiennych rozmytych w eksperymentach symulacyjnych opartych na podobnych jak w opracowaniu zasadach. Należy jednak pamiętać, że pewnym ograniczeniem w tym zakresie jest brak potwierdzenia na drodze analitycznej przedstawionych w artykule tez. Dlatego winny być one weryfikowane symulacyjnie każdorazowo w odniesieniu do konkretnego przypadku.

Dodatkowa konkluzja związana z przedstawionymi w artykule rozważaniami dotyczy możliwości badania na drodze analitycznej szeregów czasowych pierwszej i drugiej pochodnej pola pod wykresem funkcji przynależności zmiennej rozmytej równania różnicowego, otrzymanych w następstwie eksperymentów symulacyjnych. Oprócz ich przydatności dla opisanej procedury aproksymacji wzorów (3.9) oraz (3.21) spełniają one także funkcje badawcze w odniesieniu do dynamiki wspomnianego pola pod wykresem funkcji przynależności zmiennej rozmytej. Należy bowiem pamiętać, że pierwsza pochodna tego wskaźnika stanowi miarę szybkości jego zmian w różnych momentach czasu, podczas gdy druga pochodna informuje z kolei o zmianach tej ostatniej wielkości (szeroko rozumianym przyspieszeniu). W ten sposób znając postać analityczną tych dwóch zależności można wyciągać dalsze wnioski odnośnie do dynamiki procesów rozmytych opisywanych równaniami różnicowymi. Jest to też potencjalnie znacząca dziedzina dla dalszych badań.

Bibliografia

- Anile A.M., Deodato S., and Privitera G., *Implementing fuzzy arithmetic*, Dipartimento Di Matematica, Università Degli Studi Di Catania, Italy, 1994.
- Chang W. K., Chów L. R., Chang S. K., *Arithmetic operations on level sets of convex fuzzy numbers*, Fuzzy Sets and Systems, 1984.
- Forrester J.W., *Principles of systems*, Industrial Dynamics (MIT Press, Cambridge Mass.), 1968.
- Hanczar P., *Symulowane wyżarzanie — optymalizacja procesów logistycznych [w:] Ekonometria czasu transformacji*, pod red. A.S. Barczaka, WU AE, Katowice 1998.
- Homer J.B., *Why we iterate: scientific modeling in theory and practice*, „System Dynamics Review”, Vol. 12, Spring 1996, 1—19.
- Kaufmann A., Gupta M. M., *Introduction to Fuzzy Arithmetic: Theory and Applications*, New York: Van Nostrand, 1985.
- Klir G.J., Pan Y., *Constrained fuzzy arithmetic: Basic questions and some answers*, Soft Computing 2 (1998), No. 2, 100—108. 7
- Munakata Y., *Fuzzy systems: An Overview Communications of the ACM*, Vol. 37, No 3, March 1994, page 69—76.
- Navara M., Zabokrtsk’y Z.: *Computational problems of constrained fuzzy arithmetic*. In: *The State of the Art in Computational Intelligence*, P. Sinc’ak, J. Vasc’ak, V. Kvasnicka and R. Mesiar (eds.), Physica-Verlag, Heidelberg /New York, 2000, 95—98.
- Resnick R., Halliday D., *Fizyka*, PWN, Warszawa 1973.
- Schuster H. G., *Chaos deterministyczny. Wprowadzenie*, PWN, Warszawa 1995.
- Song Q., Leland R.P. and Chissom B.S., *A new fuzzy time-series model of fuzzy number observations*, Fuzzy Sets and Systems, Vol. 73, August 1995, page 341—348.

- Turksen L. B., *Stochastic Fuzzy Sets*, A Survey Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems series, Vol. 310, Springer 1988, page 168—183.
- Urban W., *Wykorzystanie teorii grawitacji w analizie funkcjonowania systemów społeczno-ekonomicznych*, ZN AE, Kraków 2002.
- Urban W., *Wprowadzenie do skalarnej analizy chaosu deterministycznego w przestrzeni rozmytych liczb rzeczywistych*, ZN AE, Kraków 2001.
- Urban W., *Podstawy rozmytej dynamiki systemowej*, AE, Kraków, 1999.
- Wołoszyn J., Urban W., *Symulacyjna aproksymacja uwarunkowań numerycznych wykorzystania ogólnej teorii grawitacji do opisu relacji społeczno-ekonomicznych*, ZN AE, Kraków 2002.
- Wołoszyn J., Urban W., *Koncepcja filtru aproksymująco-przeskalowującego w działaniach arytmetyki rozmytej*, AE Kraków 2001.
- Wołoszyn J., *Elementy teorii chaosu deterministycznego w badaniach systemów ekonomicznych*, ZN AE nr 551, Kraków 2000.
- Wołoszyn J., *Grafy rozmyte i możliwości ich wykorzystania w ekonomii*, Zeszyty Naukowe AE, Seria specjalna; monografie, nr 90, Kraków 1990.
- Zadeh L.A., *Fuzzy Logic*, Computing with Words, IEEE Transactions on Fuzzy Systems, Vol. 4, May 1996, page 103—111.
- Zadeh L.A., *Fuzzy Sets and their Application to Pattern Classification and Clustering Analysis in [VanRysin1977]*
- Zadeh L.A., *Fuzzy sets*, „Information and Control” 1965, no. 8.
- Zieliński J.S., *Intelligentne systemy w zarządzaniu. Teoria i praktyka*, praca zbiorowa, PWN, Warszawa 2000.

KATARZYNA MICHALIK

Stosowanie nagród i kar w organizacji

1. Uwagi wstępne

Nagrody i kary stanowią w organizacji jeden z najważniejszych instrumentów oddziaływania wychowawczego i służą motywowaniu pracowników do przestrzegania dyscypliny i porządku koniecznego do funkcjonowania organizacji [por. R. Kowalczyk, T. Sieczyński 1984, s. 183]. Na przestrzeni dziejów proporcje stosowania nagród oraz kar wyraźnie akcentowały wzmocnienia negatywne, preferując zmuszanie pracowników do wydajniejszej pracy za pomocą szerokiego wachlarza kar, unikając chwalenia, ponieważ w pojęciu ówczesnego pracodawcy raczej psuło to pracowników, niż zachęcało do wydajniejszej pracy.

Kwestia czy stosować kary, czy też raczej nagrody pojawia się jako problem w czasach stosunkowo nieodległych, w nurcie humanizacji pracy. Naukowcy baczniejszą uwagę zwracają na osobę pracownika w procesie pracy dopiero w latach pięćdziesiątych ubiegłego wieku koncentrującej się na organizacji procesów wykonawczych i nurcie uniwersalistycznym skupiającym się na organizacji procesów zarządzania [por. Z. Martyniak 2002, s. 6,7]. Dopiero w tym okresie nauka organizacji wzbogaca się o badania nad człowiekiem w procesie pracy.

Należy pamiętać, że aby motywowanie było skuteczne musi uwzględniać potrzeby ludzi w organizacji i hierarchię ich potrzeb [W. Kopertyńska 2001, s. 316]. Nieodzowne stało się uwzględnienie w procesie zarządzania indywidualnych zachowań pracowników [por. L. Koziół 2002, s. 17]. Pracownik w procesie pracy stymulowany jest wizją rekompensaty za włożony trud. Oprócz zapłaty za dobrze wykonaną pracę oczekuje uznania, które będzie wzmocnieniem pozytywnym dla dalszej wydajnej pracy. Zakład ze swej strony może manipulować koszykiem nagród, aby zredukować negatywne zjawiska mogące występować w systemie. Środki przymusu zastosowane w procesie motywacyjnym zakładają podporządkowanie zachowań pracowniczych interesom i woli motywującego. Opierają się na strachu i karach. Przyjmują formę rozkazu, nakazu, zakazu, polecenia i zalecenia. U ich podstaw tkwią wszelkiego rodzaju normy, instrukcje oraz inne wewnętrzne uregulowania. Środki te przynoszą efekty w sytuacjach wymagających szybkiego i sprawnego działania. Środki zachęty mogą przyjmować formę wzmocnienia. Mają one charakter długofalowego działania. Nagrody materialne i niematerialne oferowane za określone zachowania wzbudzają zainteresowanie pracą, skłaniają

do aktywności. Pozostawiają jednak pewien margines swobody. Jako środki zachęty można tu wymienić odpowiednie sposoby podziału zadań i ich rozliczanie, płace, premie, nagrody, komfort psychiczny [Z. Jasiński 1998, s. 16]. Większość opracowań ostatnich lat wskazuje na zainteresowanie przede wszystkim procesem modyfikacji zachowań i pobudzania działalności pracowników poprzez obietnice pozytywnych następstw sukcesu, akcentując nagradzanie, a karanie dopuszczając jedynie w konkretnych okolicznościach.

Tezę artykułu jest dowiedzenie, że umiejętne wykorzystywanie szerokiego instrumentarium kar i nagród, stosownie do okoliczności silnie oddziałuje na motywację w pracy¹. Podstawą modeli motywowania pracowników jest przyrzeczenie otrzymania nagrody. W praktyce stosowane jest wiele technik motywacji. Dla poparcia rozważań zawartych w tezie artykułu — zdaniem autora — najlepiej sprawdzają się:

- koncepcja oczekiwań L. Portera i E.E. Lawlera,
- teoria X i Y McGregora,
- teoria modyfikacji zachowań B.F. Skinnera,
- teoria sprawiedliwości nagradzania J.S. Adamsa,
- współczesne koncepcje motywowania.

Zagadnienia nagród i kar zostały skodyfikowane w przepisach Prawa pracy.

Nagroda w polskim systemie prawa pracy jest świadczeniem pracodawcy na rzecz pracownika, którego przyznanie uzależnione jest od samodzielnych decyzji pracodawcy, bez możliwości jej dochodzenia przez pracownika. Z art. 105 i 107 Kodeksu pracy wynika, że przyznanie nagrody zależy od swobodnego uznania pracodawcy. Uznaniowa jest również określona wysokość nagrody lub dobór środka, za pomocą którego pracodawca pragnie wyróżnić pracownika.

Rozdział VI Kodeksu pracy, artykuły od 108 do 113 traktują o odpowiedzialności porządkowej pracowników. Następuje tu wskazanie przesłanek zaistnienia zdarzeń powodujących powstanie kary, sposobu zawiadomiania pracownika o podjętych krokach i egzekwowania kary, a także o sposobie odwołania pracownika od decyzji o ukaraniu.

2. Nagrody i kary w teorii motywacji

Teorie motywacji zajmują się przede wszystkim identyfikacją czynników motywujących ludzi do działania, ich aktywność. Newralgicznym zagadnieniem jest

¹ Odmienne podejście do tematu prezentuje prof. Andrzej Blikle, który kary i nagrody nazywa „narzędziami wychowawczymi” stosowanymi przez silnych wobec słabszych, a stosowanie kar i nagród określa jako czynnik silnie zniechęcający do podejmowania twórczego działania. Jako motor działania każdego człowieka wskazuje motywację własną (wewnętrzną) i motywację zewnętrzną, a kary i nagrody mają zawsze destruktywny wpływ na człowieka, ponieważ odbierają mu naturalną motywację pozytywnego działania. Zarówno kary, jak i nagrody są wynikiem jednostronnej umowy oraz zakładają brak chęci do wykonania związanego z nimi zadania. Artykuł dostępny na www.umbrella.org.pl,

badanie czynników pobudzających, determinujących określone zachowania. Wielu wybitnych uczonych starało się wskazywać i identyfikować te czynniki. Na bazie ich badań powstały modele motywacyjne. Poddając analizie badania uczonych i próbując przenieść ich osiągnięcia na doświadczenia praktyki w przedsiębiorstwie, bodajże najpełniej w mierze poznania siły oddziaływania czynników motywujących, będących treścią tego opracowania, nagród i kar zapisali się uczeni L. Porter i E.E. Lawler, konstruując teorię oczekiwań, McGregor z teorią X i Y, B.F. Skinner teorią wzmocnień oraz teoria sprawiedliwości nagradzania J.S. Adamsa.

Konstruując teorię oczekiwań Porter i Lawler wskazali, że wysiłek włożony w wykonanie określonej pracy zależy od wartości spodziewanej nagrody lub w przypadku zaniechania wykonania pracy zależy od wysokości spodziewanej kary. Zaakcentowany tu zostaje problem nagród zewnętrznych i wewnętrznych. Nagrody zewnętrzne odczytywane jako gratyfikacje pieniężne, wyróżnienia, awans, natomiast nagrody wewnętrzne to wzrost zadowolenia z wykonywanej pracy, inspiracja wiary we własny potencjał i uzdolnienia [por. L. Koziół 2002, s. 47].

Najważniejszym tu czynnikiem jest przekonanie po pierwsze, że potrafi się podołać określonemu zadaniu, po drugie, czy włożony wysiłek fizyczny i intelektualny zaowocują oczekiwaną nagrodą. Nagrodą taką może być zarówno nagroda pieniężna, jak i nagrody w wymiarze niematerialnym, takie jak możliwość pracy w zespole, czerpanie z doświadczeń współpracowników, uznanie wyrażone przez przełożonego, a także wykreowanie w wyobraźni kierownika siebie, jako pracownika, na którym można polegać i ufać. Dla pracownika takie uznanie jest niezwykle cenne, niejednokrotnie ważniejsze od nagród pieniężnych². Coraz częściej obserwuje się, że groźba utraty pracy, czy przesunięcia na inne (tu: gorsze) stanowisko pracy jest dla pracownika decydującym motywatorem skłaniającym do pracy.

Powyższe rozważania prowadzą do zdeterminowania atrakcyjności nagród. Dla pełnego przedstawienia koncepcji L. Portera i E.E. Lawlera, należy jednakże zaznaczyć, że nie ma tu znaczenia, jak jest rzeczywiście; podstawowym zagadnieniem jest to, co pracownik postrzega jako wynik, niezależnie, czy jego percepcje są trafne [S.P. Robbins 2004, s. 110]. Waler wysiłku włożonego przez pracowników w osiągnięcia jakiegoś zadania zależą wprost proporcjonalnie od wartości i atrakcyjności otrzymanej wcześniej nagrody. Atrakcyjność nagrody i uciążliwość kary zadecydują bowiem, czy pracownik podejmie trud wykonania zadania. Jak już zostało zauważone motywacja w koncepcji oczekiwań to działanie zwrotne — należy brać pod uwagę rozbieżność postrzegania działania pra-

² Na podstawie przeprowadzonych badań empirycznych przez autorkę artykułu w dużym przedsiębiorstwie usługowym na terenie Małopolski można stwierdzić, że spośród 15 wskazanych umiejętności, które zdaniem pracownika są najważniejsze dla kierownika przyznającego premię (premia jako wyraz nagrody za dobrze wykonane zadanie), wskazane zostały: zaangażowanie 15%, odpowiedzialność 15%, dyspozycyjność 13%.

cownika i jego przełożonych, co do oczekiwań zachowania na określonym stanowisku pracy. Wskazuje się to jako podstawowy błąd motywowania. Łatwo sobie wyobrazić rozczarowanie pracownika, gdy za wykonanie określonego zadania otrzyma nagrodę w postaci pisemnej pochwały, a jego kolega kilka miesięcy temu za podobne osiągnięcie otrzymał wysoką nagrodę pieniężną. Przełożeni muszą bowiem pamiętać, o czym także mówili Porter i Lawler, że pracownik oprócz oczekiwania nagrody, ocenia ją i potem podczas realizacji procesu nagradzania osiągnie zadowolenie czy też odczuje frustrację. Kierownik musi w procesie motywowania wskazać pracownikowi, że wysiłek włożony w wykonanie zadania doprowadzi do jego wykonania, a pracownik w zamian uzyska atrakcyjne nagrody. Aby jednak przyznać te nagrody kierownik musi poznać i ustalić oczekiwania pracowników. Można to uczynić stosunkowo prosto bądź to poprzez obserwację, bądź pytając podwładnych o ich preferencje³. Nagrody i kary muszą być stale modyfikowane, schematyczność bowiem doprowadzi do automatyzmu działania.

W koncepcji Portera i Lawlera ma miejsce takie określenie, jak percepcja roli zawodowej przez pracownika. Mając to na uwadze, zarządzający zespołem musi uwzględniać zdolności pracownika do wykonania zadań, ponieważ zbyt trudne zadania mogą sprawić, że pracownik nie tylko nie potrafi wykonać zadania, ale także nie będzie mógł obiektywnie ocenić jego trudności. Może się zdarzyć, że zbyt trudne zadanie, nie dopasowane do zdolności pracownika doprowadzi do zniechęcenia pracownika nawet do wykonywania swych podstawowych obowiązków.

Motywacja do pracy według McGregora to stwierdzenie, że w organizacji istnieją dwie grupy ludzi. Jeden taki zbiór cech ludzi tworzy teorię X, zawierającą przekonanie, że ludzie w gruncie rzeczy nie lubią pracy i robią wszystko by jej unikać. Jakkolwiek pragną mieć poczucie bezpieczeństwa, to jednak mają niewielkie ambicje i nie lubią odpowiedzialności. Do każdego działania trzeba ludzi przekupywać lub zmuszać. Większość pracowników ponad inne pobudki skłaniające ich do pracy najwyżej ceni sobie bezpieczeństwo i cechuje się małą ambicją.

W takich warunkach kierownicy, aby motywować pracowników do pracy muszą używać raczej kar niż stymulowania inicjatyw. Następstwem takiego postępowania będzie zahamowanie rozwoju pracowników, łatwość manipulowania nimi i większe uzależnienie od pracodawcy. Motywowanie w takich warunkach ma charakter groźby pozbawienia pracowników zaspokojenia swoich elementarnych potrzeb niż oferty ich uzupełnienia jako dodatkowego bodźca [A. Gick, M. Tarczyńska 1999, s. 39].

Odmienne zbiór założeń nazwano teorią Y. Należy do niej pogląd, że ludzie są w zasadzie twórczy i odpowiedzialni, że wydatkowanie energii w formie pracy

³ W następnym punkcie opracowania zostaną wskazane podstawowe założenia nagradzania i karania pracowników.

może zaspokoić ich osobiste potrzeby. Chętnie przyjmuje odpowiedzialność i stawia sobie ambitne cele — sam się kieruje w stronę akceptowanych celów. Głównym czynnikiem motywującym będzie tu nie kara, lecz nagroda, niekoniecznie rozumiana w kategoriach finansowych, lecz nagroda jako osiągnięcie spodziewanego efektu, wypełnienie misji, poczucie zadowolenia z wykonanej pracy. Nie bez znaczenia dla powodzenia założeń koncepcji Y będzie miała odpowiednio dobrana taktyka kierownictwa. Wskazane jest, aby kierownik świadomie włączał pracowników w proces podejmowania decyzji w zakresie zagadnień bezpośrednio ich dotyczących, wykazywał zainteresowanie opinią pracowników, propagował dobre stosunki w grupie, stawiał pracownikom wyzwania. Takie działanie może spowodować, że stopnieje w niej atmosfera strachu i niewykonalności, a zamiast lęku przed karą pojawi się chęć działania i duma z osiągnięć [por. A. Gick, M. Tarczyńska 1999, s. 40].

Według B. F. Skinnera podstawowymi technikami modyfikacji zachowań są: pozytywne wzmocnienie, uczenie unikania, wygaszenie i kara. Teoria wzmocnienia pomija wszelkie wewnętrzne stany jednostki i zajmuje się jedynie tym, co się stanie z daną osobą, kiedy podejmie ona określone zadanie. W teorii tej poddaje się pod osąd nie człowieka, ale otaczające go środowisko. Zachowanie jest wyznaczone przez czynniki wzmacniające, wszelkie konsekwencje, następujące bezpośrednio po reakcji, zwiększają prawdopodobieństwo powtórzenia danego zachowania [S.P. Robbins 2004, s. 105].

Podstawową techniką jest wzmocnienie pozytywne, ponieważ warunkuje prawdopodobieństwo powtórzenia nagrodzonego zachowania w przyszłości. Nie istnieje jeden szablonowy wzór wzmocnienia, które zawsze można z jednakowym powodzeniem stosować. Nagradzający musi wybrać jeden z wielu możliwości nagród. Proces ten należy rozpocząć od wzmocnień małych, by potem przejść do nagród silniejszych — awansów czy premii. Ważne jest, aby nie odwracać proporcji [por. M. Maciejewska 1/2000]. Uczenie się unikania wiąże się z krytyką pracownika w miejscu pracy przez kolegów lub przełożonych, za przyczyną czego pracownik będzie starał się unikać krytyki i starał się lepiej pracować. Wygaszenie zachowań niepożądanych to ignorowanie tych zachowań niepożądanych. Kierownik przez niedostrzeżenie lub nieuznawanie pewnych zachowań, za które pracownik był uprzednio nagradzany, może sprawić, że niepożądane zachowanie będzie występowało coraz słabiej aż w końcu zaniknie [L. Koziół 2002, s. 49]. Kara natomiast jest tym wzmocnieniem, które zmniejsza prawdopodobieństwo powtórzenia niepożądanego zachowania. Najczęstszym sposobem karania w miejscu pracy mogą być: krytyka, potrącenie płacy, degradacja.

Reasumując, teoria B.F. Skinnera mówi, że jeżeli pracownik w pewnej określonej sytuacji reaguje w pewien konkretny sposób i reakcja taka jest nagradzana, to rosną szanse, że w przyszłości w podobnej sytuacji zachowa się w zbliżony sposób. Natomiast jeżeli dane zachowanie jest nie tylko nie nagradzane, ale wręcz karane, to pracownik nauczy się unikać takich sytuacji, które przynoszą

nieprzyjemne konsekwencje. Skinner stoi na stanowisku, że stosowanie wzmocnienia pozytywnego ma większe znaczenie motywujące, jako że kara wskazuje jedynie czego nie należy robić, a nie jak robić. Wzmocnienie pozytywne uznaje natomiast te zachowania, które są nagradzane a efekty wynikające z tego doznania są motywatorem do dalszego działania. Według tego poglądu ludzie postępują tak, jak postępują, ponieważ nauczyli się w przeszłości, że pewne zachowania wiążą się z przyjemnymi efektami, a inne z nieprzyjemnymi. Skoro ludzie na ogół wolą efekty przyjemne, to raczej będą unikać zachowań o przykrych konsekwencjach [J.A.F. Stoner, Ch. Wenkel 1992, s. 364].

Teoria sprawiedliwości nagradzania J.S. Adamsa opiera się na założeniu, że najsilniejszym motywatorem do pracy jest sprawiedliwość w otrzymywaniu nagród. Pracownik sprzedaje swój kapitał intelektualny lub siłę fizyczną przedsiębiorstwu w zamian za oczekiwaną zapłatę, nagrodę. Cechą istotną tego procesu wymiany jest oczekiwanie, aby nagroda była adekwatna do wkładu. Otrzymując nagrodę porównuje ją z nagrodami osiągniętymi przez innych pracowników za podobną pracę. Jeżeli porównanie to wypadnie na niekorzyść pracownika porównującego, może doprowadzić do przykrego dysonansu porównawczego i w rezultacie do niezadowolenia pracownika. Ilekroć takie porównanie wypadać będzie na niekorzyść pracownika, tyle razy będzie się on starał usunąć tę dysproporcję. Poczucie niesprawiedliwości rodzi w pracowniku niezadowolenie z pracy i z kierownika, który te nagrody przyznaje. Nierówność odczuwana, czy też spostrzegana przez pracownika prowadzi do negatywnych stanów emocjonalnych, powodujących podejmowanie przez niego działań zmierzających do przywrócenia równości wymiany. Działania te mogą przyjmować postać bądź ograniczenia wkładu, bądź zwiększenia wkładu lub też oddziaływania na innych w celu spowodowania pożądanego przez siebie zachowania [M. Maciejewska 1/2000]. W celu wyeliminowania problemu niesprawiedliwego oceniania zalecane jest ocenianie według osiągniętych efektów pracy, czemu pomóc może sprawnie działający system ocen.

Współczesne koncepcje motywowania. W literaturze przedmiotu spotkać się można z głosami krytycznymi, mówiącymi wręcz o demotywacyjnym znaczeniu nagradzania.

Zofia Krokosz-Krynke [por. Z. Krokosz-Krynke 2004, s. 96—107], odnosząc się do dokonań w dziedzinie zarządzania zasobami ludzkimi, wskazuje na problem wadliwego wykorzystania przez kadrę kierowniczą tego narzędzia motywacji. Autorka, powołując się na dokonania zachodnich teoretyków zarządzania, formułuje tezy o przyczynach niepowodzenia systemu nagród. Nieodpowiednio dobrane nagrody karzą i niszczą relacje międzyludzkie, a ponadto źle wpływają na zainteresowanie ludzi pracą i zniechęcają do podejmowania ryzyka. Autorka akcentuje potrzebę uznania niejednorodności pracowników w procesie nagradzania, skupienie się na czynnikach pozaekonomicznych i na konieczności wzbudzenia w pracownikach odpowiedzialności za powierzone zadania. W cytowanej pracy

Zofia Krokosz-Krynke podaje jednocześnie argumenty za stosowaniem nagradzania jako motywatora działań. Stosowanie systemu nagradzania sprawdza się szczególnie w dziedzinach, które zależą od intensyfikacji działań, jak na przykład sprzedawcy czy menedżera. Dla tych dziedzin stopniowy wzrost wysokości wynagrodzenia nie zawsze powoduje automatyczny wzrost poziomu motywacji.

3. Uwarunkowania przyznawania nagród

W nauce zarządzania nagrodę określa się jako materialną lub niematerialną korzyść, uzyskiwaną przez jednostkę będącą konsekwencją jej zachowania w określonej sytuacji⁴. Ludzie mają różne przesłanki, aby dobrze wykonywać swoje zadania; oczekiwanie nagrody może być rozważane jako jeden z podstawowych czynników motywujących do dobrze wykonanej pracy [A. Karwińska, J. Mikułowski-Pomorski, M. Pacholski 2002, s. 135, 148].

Aby nagradzanie przyniosło zamierzone efekty konieczne jest stosowanie pewnych reguł nagradzania:

1. Z koncepcji behawiorystycznej wynika, że główną rolę w sterowaniu zachowaniem człowieka odgrywają wzmocnienia pozytywne. Aby skutecznie sterować zachowaniem należy sobie najpierw uświadomić, jakie wzmocnienia są odpowiednie w danych okolicznościach. Dobór odpowiednich wzmocnień pozytywnych jest jednak bardzo trudny. Okazuje się bowiem, że ten sam bodziec zewnętrzny może być wysoką nagrodą dla jednych, a surową karą dla innych. Dobór właściwych wzmocnień jest jedynie pierwszym krokiem manipulacji zachowaniem instrumentalnym. Duże znaczenie posiada również procedura stosowania nagród (system reguł, które decydują o tym, jak często, kiedy i za jakie zachowanie badacz wzmacnia reakcje człowieka). Należy pamiętać, że i nagroda, i kara powinny dotyczyć zachowania, a nie osobowości pracownika,

2. Nagroda winna być uznawana jako efekt wydajnej pracy; stanowi rekompensatę włożonego wysiłku, potęguje satysfakcję płynącą z poczucia dobrze spełnionego obowiązku, wywołuje zadowolenie, kształtuje atmosferę załogi. Bardzo ważne jest, aby nagroda przyznana była w odpowiednim momencie i była wyważona pod względem wymiaru. Utrwała wtedy nagrodzone zachowania i skłania do powtarzania ich w przyszłości.

3. Nagroda winna działać bodźcowo na nagradzanego. Nagradzanie pozytywnie wpływa na otoczenie i na grupę. Ma to miejsce tylko wtedy, gdy w przekonaniu nagradzanego i w jego otoczeniu, przyznanie nagrody jest cenione jako zasłużone i sprawiedliwe.

⁴ Wspomniany już wcześniej prof. A. Blikle nagrodę w swojej krytycznej pracy traktującej o demotywacyjnej roli kar i nagród, określa jako z góry zapowiadany i jednostronnie narzucony pozytywny skutek wykonania pewnego zadania. Z kolei *Słownik języka polskiego* nagrodę określa jako wyróżnienie moralne lub materialne za położone zasługi, osiągnięte wyniki mogące przyjąć formę pieniężną lub niematerialną w postaci uznania.

4. Podział nagród winien być sprawiedliwy. Istnieją trzy podstawowe reguły orzekania o sprawiedliwości podziału nagród:

— reguła wkładu — mówi o tym, że ludzie powinni być wynagradzani zgodnie z wielkością wkładu włożonej pracy. Im więcej określona osoba wkłada pracy do wyniku ostatecznego, tym większy winien być udział w nagrodzie. Jako wkład rozumie się nie tylko wartość włożonego wysiłku, ale również wykształcenie, doświadczenie, odbyte szkolenia,

— reguła równości — określa, że nagroda winna być dzielona równo na wszystkich wykonujących określone zadanie bez względu na ilość wkładu czy na potrzeby,

— reguła potrzeb — zgodnie z nią ludzie winni być wynagradzani zgodnie ze swoimi osobistymi potrzebami [por. L. Koziół, A. Piechnik-Kurdziel, J. Kopeć 2000, s. 268—272]. Reguły te nie wyczerpują jednak całości zagadnień związanych ze sprawiedliwością nagradzania, w różnych bowiem kręgach kulturowych siła ciężkości spoczywa na określonej regule, pomniejszając rolę innych. Można je jednakże zintegrować ze sobą za pomocą dwóch związanych ze sobą teorii: teorii wymiany społecznej i teorii słuszności.

5. Zasadniczą cechą nagrody jest to, że jest ona skuteczna, jeżeli pojawia się raz na jakiś czas. Automatyzm przyznawania nagród może doprowadzić do zaniku znaczenia nagrody jako motywatora do dalszych działań.

6. Aby motywowanie było skuteczne musi uwzględniać odmiennosc potrzeb pracowników, może wpłynąć na ich postawy i zachowania. Menedżerowie muszą więc dokładnie zrozumieć i ocenić jego znaczenie. Chociaż postawy pracowników, takie jak zadowolenie nie są głównym czynnikiem decydującym o ich osiągnięciach w pracy, niemniej jednak mają istotne znaczenie. Na zadowolenie pracownika wpływają [por. R.W. Griffin 2004, s. 544]:

- kwota, jaką otrzymuje, jak i ta, którą uznałby za właściwą,
- porównanie z sytuacją innych,
- wysokość nagród innych pracowników,
- nagrody, jakie uzyskuje.

Nagrody wpływają na zachowanie, które z kolei odgrywa ważną rolę w określeniu czy „pozostanę na danym stanowisku, czy też będę szukał nowej posady”. Jeżeli nagrody są oparte na rzeczywistych osiągnięciach, pracownicy będą bardziej skłonni do wyteżonej pracy, aby ją utrzymać.

7. Nagradzać można tak za wykonanie konkretnych zadań, jak i za całokształt dorobku pracownika w danym okresie.

8. Nagrody winny być jasno określone i muszą być dobrane do potrzeby osoby nagradzanej.

9. Nagrody winny wyznaczyć poziom efektywności podwładnych. Kierownicy powinni ustalić dany poziom efektywności, by potem móc wskazać drogę pracownikom do osiągnięcia celu.

10. Nagrody muszą wypadać korzystnie w stosunku do konkurencji. Odwo-

łując się tu do koncepcji sprawiedliwości nagradzania Adamsa, pracownicy winni czuć się wyróżnieni przez własny zakład pracy w stosunku do konkurencyjnego przedsiębiorstwa.

11. System nagradzania musi być sprawiedliwy w ramach organizacji; musi uwzględniać fakt, iż różni ludzie mogą mieć różne potrzeby i w celu ich zaspokojenia mogą wybierać różne ścieżki.

12. Nagradzający powinien analizować czynniki, które mogłyby przeciwdziałać skuteczności nagrody.

Nagrody, którymi dysponuje organizacja nie mogą być zbyt małe, w stosunku do oczekiwań pracowników. Jeśli nagrody są zgodne z oczekiwaniami uczestników organizacji, możemy sądzić, że będą oni zachowywać się w sposób zasługujący na nagrodę ze strony organizacji. Pracownik poszukuje informacji na temat, w jaki sposób dzieli się w organizacji nagrody i kształtuje swoje zachowanie stosownie do tych informacji. Inne ważne czynniki to np. cechy osobowości pracownika, usytuowanie społeczne, system wartości, zespół wyobrażeń o sobie, czy zakres dotychczasowych doświadczeń [A. Karwińska, J. Mikułowski-Pomorski, M. Pacholski 2002, s. 135, 139, 143].

Ze względu na szypułość opracowania, przedstawione tu uwarunkowania nie wyczerpują katalogu możliwych do zastosowania okoliczności przyznawania nagród i reguł nagradzania. Analizując zapisy regulaminów nagradzania, premiowania i wynagrodzeń można sporządzić listę typowych nagród wykorzystywanych w uznawaniu pracowników.

Katalog typowych nagród przedstawia się następująco:

- ustna pochwała bezpośredniego przełożonego,
- ustna pochwała bezpośredniego przełożonego zaprezentowana w gronie współpracowników,
- pisemna pochwała bezpośredniego przełożonego i załączona do akt pracownika,
- pisemna pochwała bezpośredniego przełożonego zaprezentowana w gronie współpracowników i załączona do akt pracownika,
- ustna pochwała przełożonego wyższego szczebla,
- ustna pochwała przełożonego wyższego szczebla zaprezentowana w gronie współpracowników i załączona do akt pracownika,
- pisemna pochwała przełożonego wyższego szczebla i załączona do akt pracownika,
- nagroda pieniężna,
- nagroda niepieniężna w formie np. polisy ubezpieczeniowej.

W świetle przeprowadzonych przez autorkę artykułu badań można zauważyć, dokonując gradacji, że najbardziej cenioną formą nagrody jest nagroda pieniężna, druga pod względem wagi znalazła się ustna pochwała przełożonego wyższego szczebla zaprezentowana w gronie współpracowników i załączona do akt pracownika. Pozostałe formy nagród znalazły mniejsze uznanie w oczach pracowników.

4. Przesłanki stosowania kar

Kara jest instrumentem motywującym negatywnie⁵. Jej wpływ polega na stosowaniu wzmocnień ujemnych (kary pieniężne, przymus, represje, negatywna ocena pracownika, odrzucenie przez grupę społeczną, przesunięcie na niższe stanowisko itp.). Tego rodzaju bodźce nazywane są karami. Kara jest wynalazkiem ludzi i została wprowadzona przez ludzi w celu wyeliminowania zachowań dewiacyjnych i aspołecznych, niezgodnych z wymogami stawianymi przez organizację. Kary stanowią często główne narzędzie zmiany zachowania. Wzmocnienie negatywne, czyli szeroko rozumiana kara, z reguły nie eliminuje zachowań aspołecznych tylko je tłumi i zahamowuje na pewien okres (pozbawienie wolności za napad nie zawsze spowoduje, że przestępca nie powróci do przestępstwa). Człowiek ukarany za przewinienie przestaje zachowywać się aspołecznie, ale tylko w okresie, w którym istnieje zagrożenie otrzymania ponownego wzmocnienia negatywnego. Gdy zagrożenie to mija, zaczyna znów reagować w sposób niepożądany. Kara może w pełni spełniać swoje zadania wtedy i tylko wtedy, jeśli zostanie włączona w całościowy program modyfikacji zachowania. Nie wystarczy karać, ale należy wskazywać ludziom nowe drogi osiągania wzmocnień pozytywnych. Kara wywiera natychmiastowe skutki, polegając na powstrzymaniu się przez osobę karaną od niepożądanych zachowań. Bezpośrednim efektem jest zwykle gwałtowne obniżenie częstości tych poczynań, które były niewłaściwe z punktu widzenia przełożonego. Ma jednak istotną wadę — nie powoduje działania pożądanego. W przeciwieństwie do nagradzania, kiedy pracownik otrzymuje jasny komunikat o spełnieniu warunków zasadniczych dla przyznania nagrody, tak karanie nie zawsze mówi, co pracownik ma robić a czego nie powinien [M. Wasilewska-Węgrzyn 180/2003].

Aby kara była skuteczna (odniosła oczekiwany efekt) należy przestrzegać określonych zasad:

1. Zastosowanie kary winno być dodatkowo omówione. Kara bez dodatkowych wyjaśnień informuje jedynie o tym, że pracownik postąpił źle, nie wskazując jednak prawidłowej drogi postępowania.

2. Pracownik karany musi uznawać normy, według których wymierza się karę. Akceptacja kary wiąże się nie tylko z negatywną oceną czynu, lecz również z pozytywną oceną kary jako następstwa własnego postępowania.

3. Karze się nie osobę, ale postępowanie. Należy pamiętać o celu, jakim jest zmiana zachowania pracownika. Nie można zapominać o obiektywizmie kary, bowiem za to samo wykroczenie dla wszystkich karanych powinna być zastosowana kara o takiej samej wadze gatunkowej [M. Wasilewska-Węgrzyn 180/2003].

⁵ Kara za *Słownikiem języka polskiego* to środek represyjny stosowany względem osób, które popełniły przestępstwo lub w jakikolwiek sposób naruszyły normy prawne lub obyczajowe; środek wychowawczy mający na celu hamowanie wykroczeń. Z kolei w przepisach prawa karnego kara nie jest jednoznacznie zdefiniowana, przepisy wyznaczają jedynie granice, w jakich kara może być wymierzona przez sąd.

4. Ważny jest moment kary — powinna nastąpić zawsze tuż po niepożądanym zachowaniu. Kara odroczonego w czasie nie będzie miała już tej samej skuteczności.

5. Wymiar kary winien być precyzyjny, gdyż za wysoka może nie wywołać pożądanego skutku, za słaba może doprowadzić do zignorowania problemu.

6. Kara nie może być wykorzystywana jako demonstracja władzy przełożonego, ponieważ nie służy ona wzmocnieniu autorytetu karzącego.

7. O ile to możliwe, nie należy karać publicznie, ponieważ może to wywołać uczucie poniżenia, upokorzenia, utraty godności. Stosowanie kar może u pracowników wywołać skutki uboczne w postaci lęków, nerwic czy zaburzeń emocjonalnych.

8. Kara okazuje się użyteczna, gdy na miejscu tłumionego zachowania pojawia się konkurencyjna w stosunku do tamtego zachowania nagroda. Samo stosowanie kar nie prowadzi do trwałych efektów zmian w postępowaniu pracowników, które można by uznać za zadowalające i pożądane [por. J. Porębska, 136/2003].

9. Aby kara dała zamierzony rezultat nie bez znaczenia jest fakt stosunku osoby karanej do popełnionego czynu i samej kary, a także stosunek do osoby karzącej. Istotne okazuje się to, czy pracownik uznaje karę za właściwą, czy sam negatywnie ocenia swoje postępowanie i czy akceptuje rodzaj wymierzonej kary.

10. Kara oceniana jako niesprawiedliwa lub niewłaściwa z uwagi na rodzaj i sposób jej stosowania powoduje z reguły sprzeciw i nie daje efektów pozytywnych. Podobnie istotną rolę spełnia akceptacja osoby karzącej. Od tego, kto wymierza karę w dużej mierze zależy jej skuteczność.

Wskazane tu przesłanki stosowania kar są argumentem w dyskusji nad zasadnością stosowania instrumentów motywujących negatywnie. Stosowanie kar, niewątpliwie obecnych w praktyce życia gospodarczego, nie jest zbyt chętnie podejmowanym tematem przez osoby zajmujące się nauką organizacji. Wynika to poniekąd ze świadomości, że motywowanie pozytywne (nagradzanie) jest skuteczniejsze od karania. Stosowanie takich narzędzi jak zwolnienia, pozbawianie premii, brak awansu czy wzbudzenie w pracowniku poczucia winy z powodu mało efektywnej pracy przynosi, co prawda, efekty, ale tylko na krótką metę.

Katalog typowych kar wykorzystywanych w zapisach regulaminów wynagradzania przedstawia się następująco:

— ustna kara (zwrócenie uwagi) dokonana przez bezpośredniego przełożonego,

— ustna kara (zwrócenie uwagi) dokonana przez bezpośredniego przełożonego w gronie współpracowników,

— pisemna kara (zwrócenie uwagi) bezpośredniego przełożonego załączona do akt pracownika,

— pisemna kara (zwrócenie uwagi) bezpośredniego przełożonego dokonana w gronie współpracowników i załączona do akt pracownika,

— ustna kara (zwrócenie uwagi) przełożonego wyższego szczebla,

- ustna kara (zwrócenie uwagi) przełożonego wyższego szczebla dokonana w gronie współpracowników i załączona do akt pracownika,
- pisemna kara (zwrócenie uwagi) przełożonego wyższego szczebla i załączona do akt pracownika,
- pisemna kara (zwrócenie uwagi) przełożonego dokonana w gronie współpracowników załączona do akt pracownika,
- kara pieniężna,
- pozbawienie określonych przywilejów (np. prawa do korzystania z samochodu służbowego do wyjazdów prywatnych, przeprowadzania prywatnych rozmów ze służbowego telefonu komórkowego),
- kara upomnienia,
- kara nagany.

Podobnie jak w przypadku stosowania nagród, tak i w przypadku kar, zdaniem ankietowanych, najboleśniejszą przypadłością jest kara pieniężna, czyli pozbawienie pracownika bądź to możliwości uzyskania nagrody, bądź też konieczność partycypacji finansowej w szkodzie. Ustna kara (zwrócenie uwagi) dokonane przez bezpośredniego przełożonego oraz zwrócenie uwagi przez przełożonego wyższego szczebla są następne po karze pieniężnej pod względem uciążliwości.

Podsumowanie

Wykazany zbiór uwarunkowań przyznawania nagród i kar, a także przesłanki ich stosowania, choć z pewnością nie zamykają zagadnienia, pozwalają na stwierdzenie, że zarówno nagrody, jak i kary, stosowane adekwatnie do zaistniałej sytuacji, mogą być wykorzystywane jako narzędzia motywujące do pracy. Czynnikiem warunkującym powodzenie jest umiejętne wyważenie stosowania tych narzędzi przez zarządzających. Niestety, w wielu przedsiębiorstwach nadal pokutuje przeświadczenie, że to strach motywuje najskuteczniej i choć jest możliwość wykorzystania i przeniesienia doświadczeń sprawdzonych w firmach zachodnich, czy fachowej literaturze, nie wprowadzają żadnych zmian w systemach wynagradzania. Zachodnie firmy już dawno przekonały się, że strategia „kija i marchewki” daje ograniczone efekty, to jednak polscy przedsiębiorcy nadal ją stosują [J. Pęczek www.szkolenia.com]. Zjawisku temu sprzyja recesja gospodarcza i duże bezrobocie.

Motywowanie pozytywne, na co wskazuje dorobek wielu cytowanych uczonych, wzmacnia efekty pracy, wskazuje nowe możliwości, daje możliwość rozwoju i stabilizacji. Wprawdzie postawy pracowników, takie jak zadowolenie, nie są głównym czynnikiem decydującym o ich osiągnięciach w pracy, to mają duże znaczenie. Przyczyniają się do wzrostu absencji w pracy, lub też zniechęcają do niej i wpływają na fluktuację kadr, wspomagają też tworzenie kultury organizacji. Głównym celem nagradzania jest wywarcie wpływu na zachowanie pracownika. Oczekiwana przez pracownika relacja wyniku do osiągnięć kształtuje się pod sil-

nym wpływem oceny osiągnięć. Pracownik będzie skłonny do dodatkowego wysiłku, jeżeli wie, że jego osiągnięcia będą mierzone, oceniane i odpowiednio nagradzane. Na oczekiwaną relację osiągnięć do wyniku wpływa z kolei zakres, w jakim pracownik jest przekonany, że w ślad za osiągnięciami pójdą nagrody [por. R.W. Griffin 2004, s. 543, 544].

W szerokiej literaturze przedmiotu spotkać się można zarówno z głosami skłaniającymi się ku wykorzystaniu nagród i kar w procesie motywacji jako tym instrumentom, które wspomagają proces zarządzania, a także z takimi, które mówią, że zarówno kary, jak i nagrody stanowią czynnik silnie zniechęcający do podejmowania działań. Autorka artykułu skłania się jednakże do stwierdzenia, że odpowiednio skomponowany wachlarz nagród i kar, a także umiejętne ich wykorzystanie w procesie zarządzania przez wykwalifikowaną kadrę zarządzającą wspomaga proces pracy.

Aby nagroda odniosła pożądany skutek, musi zaspokajać jakąś potrzebę, natomiast kara, by skutecznie wpłynęła na ukaranego musi być uznana jako rzeczywiście ograniczająca, szkodliwa, niechciana — musi budzić odrazę na tyle mocno, żeby w konsekwencji doprowadziła do eliminacji niepożądanego zachowania i jeżeli te cele zostaną osiągnięte można mówić o motywacyjnym znaczeniu nagród i kar

Bibliografia

- Baruk A.I., *Motywowanie i jego znaczenie w zaspokajaniu potrzeb pracowników*, „Przegląd Organizacji”, nr 4/2003.
- Blikle A., *Doktryna jakości*, www.umbrella.org.pl.
- Czajka Z., *Koncepcje systemu płac przedsiębiorstwa*, Międzynarodowa Szkoła Menedżerów, Warszawa 1999, s. 133.
- Gick A., Tarczyńska M., *Motywowanie pracowników, Systemy Techniki, Praktyka*, PWE Warszawa 1999.
- Golas A., *Premie i nagrody*, „Serwis Prawno-Pracowniczy” nr 27/2001.
- Griffin R. W., *Podstawy zarządzania organizacjami*, PWN Warszawa 2004.
- Jasiński Z. (red.), *Motywowanie w przedsiębiorstwie. Uwalnianie ludzkiej produktywności*, Wydawnictwo Placet, Warszawa 1998.
- Karwińska A., Mikułowski-Pomorski J., Pacholski M., *Typy badań socjotechnicznych a funkcjonowanie organizacji*, Wydawnictwo AE w Krakowie, Kraków 2002.
- Kopertyńska W., *Zmiana podejścia do motywowania w praktyce polskich przedsiębiorstw*, Prace naukowe Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, nr 916/2001.
- Kowalczyk J., Sieczyński T., *Psychologia i socjologia pracy*, WSiP, Warszawa 1984.
- Kozielecki J., *Koncepcje psychologiczne człowieka*, Wydawnictwo Akademickie Żak, Warszawa 1998.
- Kozioł L., *Motywacja w pracy. Determinanty ekonomiczno-organizacyjne*, PWN, Warszawa 2002.
- Krokosz-Krynke Z., *Motywacyjne systemy płacowe — za i przeciw*, Zeszyty Naukowe III Konferencji pt. „Metody wynagradzania za pracę — Polska i inne kraje”, WSZiF we Wrocławiu nr 17 z 2004.
- Kulik M., *Nagrody i wyróżnienia w Kodeksie pracy*, „Serwis Prawno-Pracowniczy”, nr 20/2001.

- Maciejewska M., *Teoria wzmocnień B.F. Skinnera*, „Personel” nr 1/2000.
- Makin P., Cooper C., Cox Ch., *Organizacje a kontrakt psychologiczny. Zarządzanie ludźmi w pracy*, PWN, Warszawa 2000.
- Martyniak Z., *Historia myśli organizatorskiej. Wybitni autorzy z zakresu organizacji i zarządzania w pierwszej połowie XX wieku*, Wydawnictwo AE w Krakowie, Kraków 2002.
- Pęczek J., *Błędy popełniane przy wykorzystaniu płacy jako narzędzia motywowania*, www.szkozenia.com.
- Porębska J., *Ani dywanik ani ring*, „Gazeta Prawna”, nr 136/2003.
- Pysiewicz J., *Nagrody i wyróżnienia*, „Serwis prawno-pracowniczy” nr 32/2001.
- Robbins S.P., *Zachowania w organizacji*, PWE, Warszawa 2004.
- Skalik J., *Motywacja w procesie zarządzania zmianami*, Zeszyty Naukowe III Konferencji pt. „Metody wynagradzania za pracę — Polska i inne kraje”, WSZiF we Wrocławiu nr 17 z 2004.
- Słownik języka polskiego*, PWN, Warszawa 2003.
- Stoner J.A.F., Wankeł Ch., *Kierowanie*, PWE, Warszawa 1992.
- Wasilewska-Węgrzyn M., *Przykry obowiązek czy skuteczna motywacja*, „Gazeta Prawna” nr 180/2003.

Sieci neuronowe i ich wykorzystanie w analizie danych ekonomicznych na przykładzie prognozowania sprzedaży energii elektrycznej

1. Wstęp

Sztuczne sieci neuronowe (nazywane prościej sieciami neuronowymi, w skrócie SN) stanowią współcześnie dynamicznie rozwijającą się dziedzinę metod analizy danych, w tym również danych ekonomicznych. Badania nad konstrukcją i zastosowaniem sieci neuronowych w procesach szeroko pojętego przetwarzania informacji zostały zainspirowane przez koncepcje naśladowania funkcjonowania naturalnych struktur komórek nerwowych zawartych w mózgu, przy jednoczesnym wykorzystaniu dużej szybkości i mocy obliczeniowej komputera. W istocie sposoby analizy informacji przez sztuczną sieć neuronową są bardzo podobne do procesów zachodzących w rzeczywistych mózgowych strukturach neuronów, jednak elementarne operacje przetwarzania sygnałów mogą odbywać się w układach elektronicznych komputera z dużo większą szybkością.

Generalnie istota efektywnego funkcjonowania SN polega na jej wcześniejszym „nauczeniu”, przy wykorzystaniu odpowiedniego zbioru danych związanych z analizowanym zagadnieniem, zawartych w tzw. ciągu uczącym. Wiedza (np. o określonych zależnościach występujących na rynku finansowym) nie jest tu przekazywana sieci *a priori* (jak to ma miejsce np. w przypadku konstrukcji systemów ekspertowych), ale w trakcie iteracyjnego procesu uczenia, polegającego na wielokrotnej prezentacji poszczególnych wzorców wchodzących w skład ciągu uczącego. W wyniku tego procesu następuje „dostrojenie” dużej liczby adaptowalnych parametrów sieci — wag połączeń pomiędzy jej poszczególnymi komórkami — w taki sposób, że sieć potrafi prawidłowo reagować na wzorce, których się „nauczyła”, oraz — co więcej — na inne wzorce, które nie występowały podczas fazy uczenia. Zwrócić należy tu uwagę na istotne podobieństwo tego procesu do uczenia się i gromadzenia doświadczeń przez człowieka, a następnie wpływu nabytej wiedzy na podejmowane decyzje.

Poprawnie skonstruowana i nauczona sieć, przechowująca określoną wiedzę w postaci odpowiednio dostrojonych współczynników wag połączeń neuronowych, może być następnie wykorzystywana do generowania właściwych prognoz lub do sugerowania poprawnych reakcji na aktualne dane pochodzące z analizowanego systemu (np. rynku finansowego).

2. Rys historyczny i aktualne kierunki badań nad sieciami neuronowymi

Pionierskie prace nad poznaniem zasad funkcjonowania mózgu prowadził Ramón y Cajál [1911], który zaprezentował koncepcję neuronów jako elementów strukturalnych mózgu, a następnie inni pionierzy neurofizjologii i bioniki (zob. [R. Tadeusiewicz 1994]). Jednak właściwy początek istnienia dziedziny sztucznych sieci neuronowych nastąpił wraz z opublikowaniem historycznej pracy McCullocha i Pittsa [W. S. McCulloch, W. Pitts 1943], w której autorzy przedstawili po raz pierwszy matematyczny model neuronu, stosowany (z niewielkimi modyfikacjami) do dziś. Kolejne fundamentalne opracowania dotyczące tej problematyki stanowią książki Hebba [D. O. Hebb 1949], von Neumana [J. Neuman 1958], oraz Taylora [W. K. Taylor 1960], omawiające zagadnienie funkcjonowania sieci neuronowych z trzech różnych punktów widzenia.

Pierwszą sprzętową implementację sieci neuronowej (tzw. neurokomputer) stanowiło urządzenie o nazwie Mark I Perceptron, zbudowane w roku 1957 przez Rosenblatta i Wightmana. Układ ten, zawierający 512 losowo zadanych połączeń pomiędzy neuronami, służył do rozpoznawania znaków przedstawianych na macierzy o wymiarach 20×20 pikseli. Kolejną interesującą konstrukcją neurokomputera była zbudowana przez Widrowa w roku 1960 sieć o nazwie Madaline, służąca do adaptacyjnego przetwarzania sygnałów.

Zarówno układy sprzętowe, jak i pojawiające się coraz liczniej prace teoretyczne zmierzające do skonstruowania modeli biologicznych struktur neuronowych, zaowocowały w latach sześćdziesiątych intensywnym postępowaniem badań nad problematyką sieci neuronowych. Rozwój ten został jednak istotnie zahamowany na około 15 lat wskutek opublikowania przez Minsky'ego i Paperta książki *Perceptrons*, w której autorzy dowodzili bardzo ograniczonej przydatności sieci jednowarstwowych. W okresie tym prowadzono jednak szereg prac w tej dziedzinie, spośród których na uwagę zasługują m.in. prace Grossberga, Kohonena, Werbosa, Andersona, Fukushima i Hopfielda. W roku 1974 Werbos opracował po raz pierwszy skuteczny algorytm uczenia wielowarstwowych nieliniowych sieci neuronowych [P. J. Werbos 1974] — algorytm wstecznej propagacji błędów (*backpropagation*) — stanowiący obecnie podstawową metodę uczenia tego typu sieci. Ponowne niezależne odkrycie tego algorytmu w połowie lat osiemdziesiątych przez Rumelharta, Hintona i Williama przyczyniło się do przełamania istniejącego impasu i gwałtownego rozwoju badań nad konstrukcją, metodami uczenia i zastosowaniami różnych typów sieci neuronowych (zob. [R. Tadeusiewicz 1993]).

Obecnie obserwuje się olbrzymie zainteresowanie problematyką sieci neuronowych i ich zastosowań, owocujące lawinowo rosnącą liczbą książek oraz publikacji w licznych periodykach poświęconych tej tematyce (należą do nich m.in. *Neural Networks*, *IEEE Transactions on Neural Networks*, *Neural Computing & Ap-*

plications, Neurocomputing, Engineering Application of Artificial Intelligence, i inne), a także w różnych wydawnictwach związanych z pokrewnymi, a często odległymi dziedzinami wiedzy. Organizowana jest też na całym świecie ogromna liczba konferencji naukowych dotyczących tej problematyki. Na uwagę zasługuje również powstanie dużej ilości firm oferujących pakiety oprogramowania służące do komputerowej implementacji sieci neuronowych pod kątem ogólnym, bądź do specjalistycznych zastosowań (m.in. finansowych), a także posiadających w swojej ofercie rozwiązania sprzętowe (neurokomputery) (zob. [R. Tadeusiewicz 1993; D. Rutkowska i in. 1996; *Selecting...* 1996]).

Badania nad praktycznymi zastosowaniami sieci neuronowych obejmują m.in. następujące dziedziny [R. Tadeusiewicz 1993; S. Osowski 1996]:

— Szeroko pojęte rozpoznawanie obrazów, sprowadzające się do wyłowienia istotnych cech danego obiektu lub sygnału i przydzielenia go do odpowiedniej klasy. Przykłady stanowią tu m.in. rozpoznawanie i analiza obrazów wizyjnych, rozpoznawanie dźwięków (np. mowy lub sygnałów sonarowych), rozpoznawanie ręcznie pisanych znaków (np. kodów pocztowych), weryfikacja podpisów, wykrywanie podejrzanych obiektów w bagażach lotniczych i inne.

— Klasyfikację bezwzorcową, sprowadzającą się do określenia struktury grupowej obiektów w przestrzeni cech (zob. też [T. Kohonen 1995; M. Grabowski 1997]).

— Sterowanie obiektów dynamicznych (np. automatów, robotów, procesów przemysłowych).

— Szeroko pojęte prognozowanie, głównie w zastosowaniach technicznych lub ekonomicznych (np. predykcja obciążeń systemu elektroenergetycznego, prognozy kursów walut, itp.).

— Przetwarzanie sygnałów, obejmujące m.in. filtrację sygnałów, kompresję, transformację, kodowanie i dekodowanie informacji, redukcję danych (np. analizę głównych składowych).

— Badania dotyczące nowych rozwiązań pamięci komputerowych (pamięci asocjacyjne, pamięci rozproszone), a także algorytmów automatycznego uczenia się maszyn.

Większość z powyższych kierunków badań zaowocowała również efektywnymi zastosowaniami sieci neuronowych na gruncie ekonomii i zarządzania (zob. np. [R. Tadeusiewicz 1993; R. Tadeusiewicz 1995; A. P. Refenes 1995; J. Morajda 1997; P. Lula 1999; J. Morajda 2000; J. Morajda 2003]). Przykładowe zagadnienia, w których wykorzystywane są te narzędzia, to:

- ocena zdolności kredytowej podmiotów gospodarczych,
- prognozowanie stóp procentowych i kursów walut,
- prognozowanie wielkości sprzedaży w przedsiębiorstwie,
- prognozy ekonomiczne rozwoju przedsiębiorstw, kondycji finansowej banków, itp.
- prognozowanie dynamiki indeksów giełdowych,

- selekcja papierów wartościowych w portfelu inwestycyjnym,
- wybór potencjalnych klientów w zagadnieniu marketingu bezpośredniego,
- modelowanie zjawisk finansowych w przedsiębiorstwie (np. analiza kosztów, zmiany należności na rachunkach, inwestycje kapitałowe, itp.),
- zarządzanie stanem magazynu przedsiębiorstwa,
- prognozy rynków (np. pieniężnych, długów, metali szlachetnych itd.),
- klasyfikacja klientów i kontrahentów firmy,
- wspomaganie kontroli podatkowej,
- kojarzenie danych i automatyzacja procesów wnioskowania w zarządzaniu,
- filtracja sygnałów i uzupełnianie danych niekompletnych,
- optymalizacja decyzji gospodarczych.

3. Ogólna charakterystyka sieci neuronowych

Sztuczne sieci neuronowe, jako modele rzeczywistych struktur komórek nerwowych, posiadają szereg istotnych cech charakterystycznych m.in. dla sposobu przetwarzania informacji przez biologiczny mózg. Cechy te niejednokrotnie decydują o efektywności wykorzystania sieci neuronowych w konkretnych zastosowaniach, a także o ogólnych właściwościach metod opartych na tych narzędziach. Najistotniejsze z nich zostały wymienione poniżej [zob. S. Haykin 1994; R. Tadeusiewicz 1993].

Zdolność do nabywania wiedzy poprzez uczenie. W przeciwieństwie do klasycznych modeli komputerowych, których budowa opiera się na algorytmie realizującym określoną metodę rozwiązania danego problemu, sieć neuronowa nie wymaga wcześniejszego zdefiniowania sposobu przetwarzania przez nią informacji, nie wymaga zatem procesu programowania, wykorzystującego wiedzę aprioryczną. Proces ten zastępowany jest przez uczenie sieci, w trakcie którego sieć „zdobywa” wiedzę na podstawie prezentowanych jej danych uczących. Fakt ten pozwala na efektywne zastosowanie SN także w problemach, gdzie posiadamy niewielką wiedzę na temat analizowanego zagadnienia, albo też w sytuacjach, gdy stworzenie stosownego modelu komputerowego w postaci programu byłoby bardzo trudne, natomiast dysponujemy odpowiednią ilością danych mogących posłużyć do uczenia sieci.

Równoległy charakter przetwarzania informacji. Informacja w SN jest przetwarzana jednocześnie we wszystkich komórkach sieci¹, co zapewnia równoległość obliczeń i w konsekwencji daje możliwość znacznego przyspieszenia procesu przetwarzania informacji; fakt ten jest istotny zwłaszcza w fazie uczenia sieci².

¹ Oczywiście w implementacjach sieci na komputerach sekwencyjnych równoległość ta jest symulowana i nie przynosi widocznych korzyści.

² Interesujące są tu porównania szybkości pracy maszyny cyfrowej i mózgu człowieka: superkomputery pracują z szybkością rzędu 10^{11} operacji na sekundę, neurony zaś mogą przyjmować i wysyłać impulsy o częstotliwości zaledwie do 1000 Hz, jednak szybkość pracy całej kory mózgo-

Zdolność do generalizacji. Prawidłowo skonstruowana i nauczona sieć neuronowa potrafi dawać rozsądne odpowiedzi nie tylko na sygnały wejściowe wchodzące w skład ciągu uczącego, ale również na inne wzorce wejściowe, które nie były sieci wcześniej pokazywane (a należy zakładać, że w większości praktycznych zastosowań z takimi sygnałami sieć będzie miała do czynienia w fazie realizacji określonego zadania, np. predykcji). Jednak uzyskanie tej zdolności wymaga należytej staranności na etapie budowy i uczenia sieci (dobór architektury sieci, przeprowadzenie niezależnej walidacji).

Nieliniowość³ i nieparametryczność. Przyjęcie nieliniowego modelu neuronu prowadzi do uzyskania nieliniowej zależności między wejściem a wyjściem dla całej sieci. Przy odpowiedniej architekturze sieci może ona zrealizować dowolne odwzorowanie wiążące wartości wejściowe i wyjściowe sieci⁴. Metodę opartą na sieciach neuronowych uznaje się również za metodę nieparametryczną w sensie braku konieczności przyjmowania *a priori* postaci funkcyjnej modelu (zob. też [A. P. Refenes 1995; M. Grabowski 1997]). Cechy te mają istotne znaczenie w aspekcie konieczności modelowania zjawisk nieliniowych, występujących m.in. na rynkach finansowych. Jakkolwiek dla tego typu problemów mogą być wykorzystane inne nieliniowe techniki, to SN ze względu na łatwość implementacji i możliwość realizacji dowolnych odwzorowań wejście — wyjście mogą okazać się narzędziem najbardziej efektywnym (zob. [E. M. Azoff 1994]).

Zdolność do adaptacji. Wagi połączeń w nauczonej sieci neuronowej realizującej określony model, jako parametry sieci podlegające modyfikacji w procesie uczenia, mogą podlegać dalszym adaptacyjnym zmianom w odpowiedzi na zmieniające się warunki zewnętrzne środowiska. W praktyce może to być realizowane w procesie „douczenia” sieci, polegającym na kontynuacji uczenia przy zastosowaniu zmodyfikowanego ciągu uczącego zawierającego „bardziej aktualne” wzorce. Tego typu adaptacja wag sieci może mieć istotne znaczenie w przypadku, gdy sieć ma za zadanie realizować model niestacjonarny, przystosowujący się do zmian zachodzących w systemie rzeczywistym. Powstaje jednak w tym przypadku dylemat określenia wielkości ciągu uczącego i ustalenia kryterium „aktualności” danych⁵.

Spśród innych właściwości SN, eksponowanych przez wielu badaczy i mających istotne znaczenie dla praktycznych implementacji, wymienić można także:

wej, zawierającej ok. 10^{10} neuronów i ok. 10^{15} połączeń między nimi, ocenia się na 10^{18} operacji na sekundę [R. Tadeusiewicz 1993].

³ Pomijamy tu klasę liniowych SN, mających dość ograniczone pole zastosowań.

⁴ Dotyczy to tylko sieci wielowarstwowych, podstawę matematyczną stanowi tu twierdzenie Kołmogorowa (zob. np. [Hecht-Nielsen 1990]).

⁵ Dylemat ten jest dobrze widoczny w zagadnieniu analizy szeregów czasowych w przypadku użycia do uczenia i walidacji sieci danych pochodzących z ostatniego okresu: okres ten powinien być na tyle długi, aby zapewnić właściwą zdolność sieci do generalizacji i uchronić ją przed uczeniem się szumu, z drugiej zaś strony na tyle krótki, aby sieć potrafiła wychwycić i zaadaptować się do istotnych zmian w systemie rzeczywistym.

- uniwersalność modeli opartych na SN w sensie jednolitości metod konstrukcji, uczenia i analizy SN dla różnych zastosowań [S. Haykin 1994],
- odporność SN na uszkodzenia struktury⁶,
- możliwość implementacji SN w postaci układów elektronicznych VLSI.

Praktycznie wszystkie SN, będące przedmiotem badań i zastosowań praktycznych, mają budowę warstwową. Oznacza to, że w strukturze sieci można wyróżnić pewną liczbę warstw, kolejno przetwarzających informację, z których każda zawiera określoną liczbę neuronów. Z reguły sposób funkcjonowania neuronów tej samej warstwy jest identyczny. W każdej sieci możemy wyodrębnić warstwę wejściową (zwaną również warstwą zerową), której zadaniem jest jedynie dystrybuowanie w sieci sygnałów wejściowych (nie przetwarza ona informacji), oraz warstwę wyjściową generującą sygnały wyjściowe sieci. Warstwy pośrednie (jeżeli występują), położone pomiędzy warstwą wejściową a wyjściową, nazywamy warstwami ukrytymi (nie wymieniają one informacji bezpośrednio z otoczeniem sieci).

Klasyfikacji sieci neuronowych można dokonywać według różnych kryteriów. Poniżej wymieniono najistotniejsze metody podziału SN (szczegółową analizę można znaleźć w literaturze, np. [R. Tadeusiewicz 1993; J. Hertz i in. 1993; S. Haykin 1994]).

Podział SN według charakteru połączeń w sieci:

- sieci z połączeniami jednokierunkowymi⁷ (*feedforward*),
- sieci ze sprzężeniami zwrotnymi⁸.

Podział według ilości warstw:

- sieci jednowarstwowe⁹,
- sieci wielowarstwowe (zawierające co najmniej jedną warstwę ukrytą).

Podział według charakteru realizowanego odwzorowania wejście — wyjście:

- sieci liniowe¹⁰,

⁶ Cecha ta ma niebagatelne znaczenie w biologicznych systemach nerwowych, np. mózg człowieka tracąc codziennie od kilku do kilkudziesięciu tysięcy neuronów nie traci praktycznie swoich funkcjonalnych zdolności; właściwość ta została także zauważona już w okresie początkowych badań nad SN, np. perceptron Rosenblatta zachowywał zdolność rozpoznawania znaków nawet po przerwaniu pewnej części połączeń pomiędzy neuronami; wydaje się jednak, że cecha ta ma obecnie mniejsze znaczenie w praktyce [R. Tadeusiewicz 1993].

⁷ W takich sieciach przepływ informacji odbywa się tylko w jednym kierunku, tj. od warstwy wejściowej do wyjściowej, poprzez warstwy pośrednie (ukryte), a zatem sygnały wyjściowe neuronów danej warstwy są przekazywane tylko do warstw następnych. W tego typu sieciach nie występują zatem sprzężenia zwrotne.

⁸ Najczęściej analizowanymi SN ze sprzężeniami zwrotnymi są tzw. sieci Hopfielda, których nazwa pochodzi od nazwiska badacza, który zaproponował tego typu struktury.

⁹ Sieci jednowarstwowe zawierają warstwę wejściową i warstwę wyjściową, jednak ponieważ przy określaniu liczby warstw sieci nie uwzględniamy warstwy wejściowej jako nie przetwarzającej informacji (zob. np. [S. Haykin 1994, s. 18]), tak więc według poprawnej terminologii sieć dwuwarstwowa to sieć z jedną warstwą ukrytą.

¹⁰ Inne nazwy tych sieci to ADALINE i MADALINE. Zawierają one tylko neurony posiadające

— sieci nieliniowe.

Podział według metody uczenia sieci:

— sieci uczone w sposób nadzorowany (tzw. uczenie z nauczycielem),

— sieci samouczące się (uczenie bez nauczyciela, tj. w sposób nienadzorowany).

Jednym z ważniejszych i częściej stosowanych rodzajów SN są sieci typu perceptron. Ten rodzaj sieci jest wysoce efektywny w różnych zastosowaniach praktycznych i dlatego jest najczęściej używany w zagadnieniach prognozowania szeregów czasowych [E. M. Azoff 1994].

4. Struktura i funkcjonowanie sieci neuronowej typu perceptron

Sieci neuronowe typu perceptron stanowią zasadniczą klasę SN uczonych w sposób nadzorowany. Są to sieci o strukturze warstwowej, przy czym praktyczne znaczenie mają w zasadzie tylko perceptrony wielowarstwowe, tzn. posiadające co najmniej jedną (i zwykle tylko jedną) warstwę ukrytą. Charakteryzują się one połączeniami jednokierunkowymi typu „każdy z każdym” (każdy neuron kolejnej warstwy jest połączony z wszystkimi neuronami warstwy poprzedniej, por. rysunek 1). Neurony warstw ukrytych i warstwy wyjściowej oparte są na klasycznym modelu McCullocha-Pittsa i mogą posiadać liniową lub nieliniową funkcję aktywacji [R. Tadeusiewicz 1993; S. Haykin 1994; S. Osowski 1996]. W analizie złożonych problemów nieliniowych zastosowanie znajdują jedynie perceptrony nieliniowe, tzn. złożone z neuronów o nieliniowych funkcjach aktywacji.

Na rysunku 1 zaprezentowano przykładowy schemat wielowarstwowej sieci neuronowej typu perceptron. Sieć w tym przykładzie posiada jedną warstwę ukrytą, oraz dwuelementową warstwę wyjściową. Neurony określonej warstwy odbierają sygnały tylko z warstwy poprzedniej.

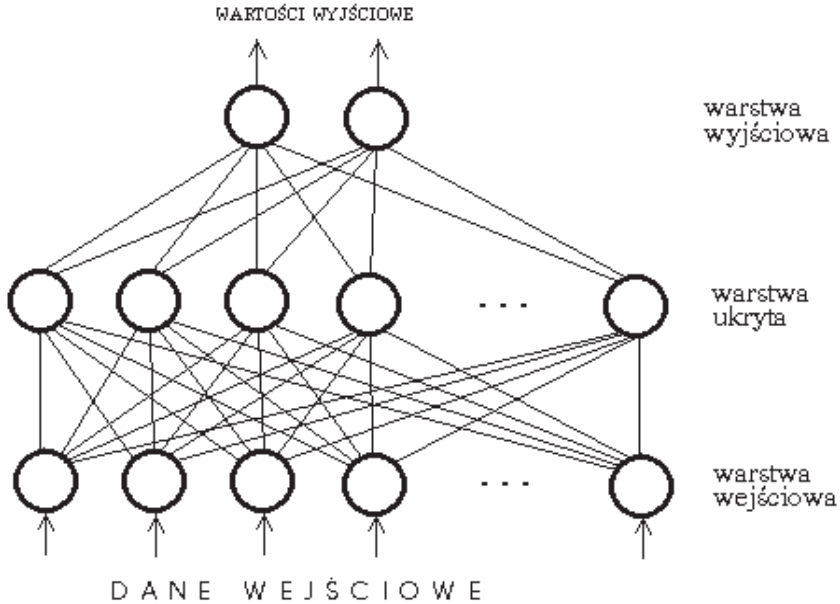
Liczba neuronów w warstwach wejściowej i wyjściowej jest ściśle zdeterminowana odpowiednio przez liczbę zmiennych objaśniających i objaśnianych w analizowanym problemie. Wielkość i ilość warstw ukrytych jest na ogół arbitralnie dobierana przez projektanta sieci w oparciu o pewne przesłanki wpływające zarówno z natury problemu, jak i z pewnych ogólnych wskazań dostępnych w literaturze; często jednak niezbędny jest dobór tych parametrów na drodze eksperymentalnej. Ogólnie liczba neuronów ukrytych nie może być zbyt mała (aby sieć była w stanie zidentyfikować i zapamiętać relacje pomiędzy zmiennymi, występujące w badanym zjawisku). Zbyt duża liczba neuronów ukrytych może z kolei prowadzić do podatności na tzw. efekt przeuczenia (utrata zdolności do generalizacji wiedzy).

Wykorzystywany w warstwach ukrytych i wyjściowej model neuronu bazuje na sposobie przetwarzania informacji w rzeczywistych biologicznych komórkach

liniową funkcję przejścia i wobec tego realizują liniowe odwzorowanie wejście — wyjście. Wyczerpujące omówienie tego typu sieci przedstawione jest w [R. Tadeusiewicz 1993].

Rysunek 1

Przykładowa architektura warstwowej sieci neuronowej typu perceptron z jedną warstwą ukrytą. Każdy neuron warstwy ukrytej lub wyjściowej jest połączony z wszystkimi neuronami należącymi do warstwy poprzedniej



Źródło: opracowanie własne.

nerwowych (oczywiście po przyjęciu wielu uproszczeń). Model taki można zapisać w formie następującej zależności:

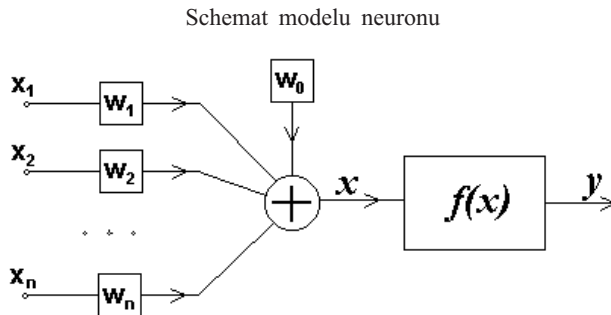
$$y = f\left(\sum_{i=0}^n x_i w_i\right) \quad (1)$$

gdzie:

- y — wartość wyjściowa neuronu,
- n — liczba wejść,
- x_1, x_2, \dots, x_n — wartości sygnałów wejściowych dla neuronu,
- $x_0 = \text{const.} = 1$
- w_1, w_2, \dots, w_n — wartości wag połączeń wejściowych dla danego neuronu, określające znaczenie poszczególnych wejść,
- w_0 — składnik stały (ang. *bias*), reprezentujący wartość progową (z przeciwnym znakiem),
- f — funkcja określająca zależność wyjścia od ważonej sumy wejść, zwana funkcją przejścia lub funkcją aktywacji (ang. *transfer function*).

Graficzny schemat tak skonstruowanego modelu prezentuje rysunek 2.

Rysunek 2



Źródło: opracowanie własne na podstawie [S. Haykin 1994].

Poszczególne wersje modelu neuronu, stosowane w SN typu perceptron, różnią się przede wszystkim doбором funkcji przejścia f . Funkcja ta w dużym stopniu decyduje o właściwościach pojedynczego neuronu, a tym samym całej sieci. Do najczęściej stosowanych funkcji należy funkcja progowa, progowo-liniowa, sigmoidalna, oraz tangens hiperboliczny [R. Tadeusiewicz 1993; S. Haykin 1994, S. Osowski 1996; D. Rutkowska i in. 1997].

Proces uczenia sieci neuronowej perceptron wykorzystuje zbiór przykładów — wzorców — stanowiących tzw. ciąg (zbiór) uczący. Każdy z tych przykładów zawiera wektor wartości wejściowych dla sieci, oraz poprawny (oczekiwany na wyjściu) wektor wzorcowych sygnałów wyjściowych. Sam proces uczenia sprowadza się do wyznaczenia takiego zbioru parametrów połączeń (wag) sieci W_0 , dla którego określona w przestrzeni wag tzw. funkcja błędu $F(W)$ (ang. *error function*, *cost function*) osiąga minimum. Wartość funkcji błędu F dla określonego zestawu wag W stanowi sumaryczną miarę błędów sieci, czyli różnic pomiędzy wartością wzorcową, a faktyczną wartością wyjściową wygenerowaną przez sieć. Wartość funkcji błędu zazwyczaj określa się i kumuluje dla wszystkich elementów ciągu uczącego. Funkcja ta jest najczęściej definiowana za pomocą zależności¹¹ [S. Haykin 1994; E. M. Azoff 1994]:

$$F = \frac{1}{2} \sum_i (y_i - z_i)^2 \quad (2)$$

gdzie:

- z_i — wartość wyjściowa (wzorcowa) i -tego elementu ciągu uczącego,
- y_i — otrzymana faktyczna wartość wyjścia SN dla i -tego elementu ciągu uczącego.

¹¹ Zakładamy tutaj, że sieć posiada jeden element wyjściowy; gdyby neuronów wyjściowych było więcej, należałoby w celu znalezienia wartości funkcji błędu przeprowadzić także skalanie — na przykład sumowanie błędów obliczanych dla poszczególnych wyjść.

Klasyką i jednocześnie najpowszechniej używaną metodą nadzorowanego uczenia sieci neuronowych (minimalizacji funkcji $F(W)$) dla SN typu *perceptron* jest algorytm wstecznej propagacji błędów (ang. *backpropagation*) [P. J. Werbos 1974; R. Tadeusiewicz 1993; S. Haykin 1994; S. Osowski 1996]. Idea tego algorytmu sprowadza się do iteracyjnej¹² modyfikacji wektora wag sieci W w oparciu o gradient funkcji F , po rozpoczęciu tego procesu od (z reguły) losowo określonego wektora początkowego $W^{(1)}$. W danej i -tej iteracji (oznaczymy przez $W^{(i)}$ wartość wektora wag podczas tej iteracji) najpierw określony zostaje gradient $\nabla F(W^{(i)})$ funkcji błędu F w punkcie $W^{(i)}$ przestrzeni wag. Z kolei wyznaczony zostaje wektor korekty wag (tzn. wektor $W^{(i+1)} - W^{(i)}$), którego podstawowa składowa posiada kierunek największego spadku funkcji F w punkcie $W^{(i)}$ (przeciwny do gradientu), a druga składowa jest zgodna z wypadkowym kierunkiem zmiany wag w całej poprzedniej epoce uczenia (reprezentuje ona swoistą „bezwładność” procesu uczenia). Bardzo ważną rolę w procesie modyfikacji wag odgrywają dwa parametry¹³: współczynnik uczenia η , decydujący o wielkości kroku korekty wag w kierunku największego spadku funkcji F , oraz współczynnik bezwładności (*momentum*) μ , określający długość składowej wektora korekty wag równoległej do kierunku zmiany wag dokonanej w poprzedniej epoce.

Oprócz metody wstecznej propagacji opracowano szereg innych metod uczenia SN, zarówno gradientowych (np. algorytm zmiennej metryki, algorytm gradientów sprzężonych) [zob. np. S. Osowski 1996], jak i bezgradientowych (np. metoda wektora losowego).

Funkcjonowanie nauczonej już sieci polega na podaniu na wejścia sieci zestawu wartości wejściowych (cech) opisujących analizowany obiekt (wzorec) i zaobserwowaniu oraz zinterpretowaniu sygnału wyjściowego wygenerowanego przez sieć (może to być np. prognoza określonej wielkości ekonomicznej, np. kursu akcji, lub sygnał wskazujący przynależność rozważanego wzorca do określonej klasy).

5. Zastosowanie sieci neuronowych w procesie prognozowania sprzedaży energii elektrycznej

W niniejszej części opracowania zamieszczono przykład zastosowania sieci neuronowych typu perceptron w ważnym z praktycznego punktu widzenia problemie ekonomicznym dotyczącym prognozowania krótkoterminowego zapotrzebowania na energię elektryczną. Prognozy takie mają fundamentalne znaczenie dla spółek zajmujących się dystrybucją energii elektrycznej (zakładów energetycz-

¹² Iteracja polega na jednokrotnej prezentacji pojedynczego elementu ciągu uczącego oraz na dokonaniu odpowiedniej korekty wag na podstawie tej prezentacji. Sumę iteracji po wszystkich elementach ciągu uczącego (tzn. pojedynczą prezentację całego ciągu uczącego) nazywamy epoką uczenia.

¹³ Parametry te są na ogół odpowiednio modyfikowane w trakcie procesu uczenia.

nych), gdyż są one wykorzystywane do planowania harmonogramów i wielkości przesyłów mocy w systemie energetycznym [W. Bartkiewicz 1998; J. S. Zieliński 2000]. Ponadto zakłady energetyczne, funkcjonując na wolnym rynku energii, zawierają kontrakty na dostawy określonej ilości energii, a odchylenia od zamówień (powstałe np. wskutek niedokładnych prognoz) obciążone są wysokimi karami umownymi (nie istnieją zaś możliwości magazynowania energii).

W badaniach wykorzystano dane historyczne pochodzące z jednej ze spółek dystrybucyjnych z okresu 6 lat: od 1 stycznia 1996 do 1 stycznia 2002. Ogólnie zbiór danych zawierał 2196 rekordów charakteryzujących dzienne zapotrzebowania na energię. Dane z lat 1996—2000 wykorzystano w procesie uczenia i walidacji (bieżącej weryfikacji zapobiegającej przeuczeniu) sieci, natomiast 365 rekordów dotyczących roku 2001 zastosowano w celu testowania (końcowej oceny) sieci.

Zastosowano 27 zmiennych wejściowych sieci, obejmujących:

- 24 zapotrzebowania godzinne na energię, w poszczególnych godzinach w danym dniu,
- prognozy minimalnej i maksymalnej temperatury dla następnego dnia,
- binarną informację wskazującą czy dzień następny jest niedzielą.

Zastosowana zmienna wyjściowa dotyczy dobowego zapotrzebowania na energię elektryczną w dniu następnym.

W modelu prognostycznym wykorzystano sieć neuronową typu nieliniowy perceptron wielowarstwowy, z jedną warstwą ukrytą zawierającą 15 neuronów (tzn. model neuronowy o wielkości poszczególnych warstw: 27—15—1). Zastosowano funkcję tangens hiperboliczny jako funkcję aktywacji neuronów warstwy ukrytej. Sieć uczono przy użyciu algorytmu gradientów sprzężonych. W celach porównawczych skonstruowano również dla tego zagadnienia drugi model oparty na klasycznej wielorakiej regresji liniowej¹⁴.

Tabela 1

Miary błędów dla zbioru testowego

	Model neuronowy	Regresja liniowa
Pierwiastek z błędu średniokwadratowego RMSE	138594,8	392035,0
Błąd średni MAE	104602,0	331450,2

Źródło: obliczenia własne.

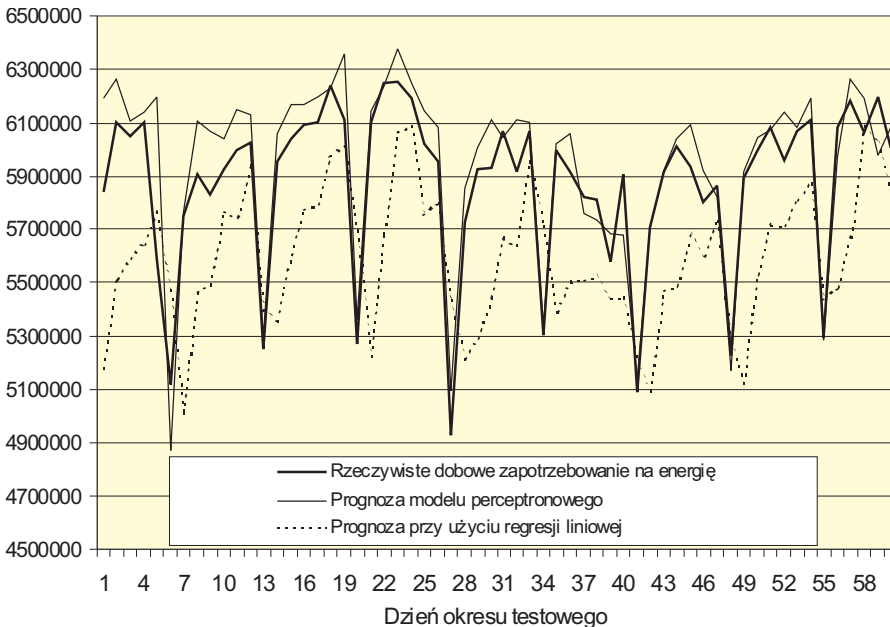
¹⁴ Potencjalna analiza porównawcza innych typów modeli wykracza poza założone ramy niniejszego opracowania, mającego na celu jedynie pokazanie przykładu efektywnego wykorzystania sieci neuronowych.

Po zakończeniu procesu uczenia otrzymano miary efektywności obu modeli w postaci błędów dla 365-elementowego zbioru testowego, przedstawionych w tabeli 1 (oczywiście im mniejszy błąd tym większa efektywność modelu).

Porównanie liczbowych wartości błędów dla zbioru testowego wskazuje na zdecydowanie wyższą efektywność modelu neuronowego w analizowanym problemie. Fakt ten jest również łatwo zauważalny w wyniku wizualnej analizy wykresów zaprezentowanych na rysunku 3, przedstawiających przebiegi szeregów czasowych: rzeczywistego zapotrzebowania na energię, jednodniowej prognozy modelu neuronowego (perceptron), oraz jednodniowej prognozy modelu opartego na regresji liniowej, dla pierwszych 60 dni z okresu testowego.

Rysunek 3

Rzeczywiste i prognozowane zapotrzebowanie dobowe na energię elektryczną dla pierwszych 60 dni testowych. Widoczne wyraźne spadki sprzedaży energii dla niedziel



Źródło: opracowanie własne.

W istocie sieci neuronowe stanowią na tyle efektywne narzędzia prognozowania nieliniowego, że są również w praktyce wykorzystywane przez zakłady energetyczne do konstrukcji modeli prognostycznych w zagadnieniach predykcji sprzedaży energii.

6. Podsumowanie

Sieci neuronowe wykazują wysoką przydatność w modelowaniu nieliniowych zjawisk ekonomicznych. Jako metody nieliniowe i nieparametryczne, stanowią silną alternatywę (lub narzędzie uzupełniające) dla klasycznych modeli statystycznych. O efektywności metod neuronowych świadczą nie tylko wyniki licznych badań, ale również rezultaty ich praktycznych zastosowań (np. w przedstawionym tu problemie prognozowania sprzedaży energii, czy też w predykcji kursów walut albo akcji). Fakt ten wskazuje na celowość badań dotyczących zastosowania sieci neuronowych w różnych problemach ekonomicznych, głównie związanych z analizą złożonych, nieliniowych i słabo zidentyfikowanych systemów.

Bibliografia

- Azoff E.M., *Neural network time series forecasting of financial markets*, Wiley, New York 1994.
- Bartkiewicz W., *Metody sztucznej inteligencji w prognozowaniu obciążenia sieci elektroenergetycznej*, Rozprawa doktorska, Łódź 1998.
- Grabowski M., *Sieci neuronowe w analizie danych społeczno-ekonomicznych*. Praca doktorska, Akademia Ekonomiczna w Krakowie 1997.
- Haykin S., *Neural networks. A comprehensive foundation*, Macmillan College Publishing Company, New York 1994.
- Hebb D.O., *The organization of behavior: A neuropsychological theory*, Wiley, New York 1949.
- Hecht-Nielsen R., *Neurocomputing*, Reading, MA. Addison-Wesley 1990.
- Hertz J., Krogh A., Palmer R. G., *Wstęp do teorii obliczeń neuronowych*, WNT, Warszawa 1993.
- Kohonen T., *Self-organizing maps*, Springer-Verlag, Berlin 1995.
- Lula P., *Jednokierunkowe sieci neuronowe w modelowaniu zjawisk ekonomicznych*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Krakowie, Kraków 1999.
- McCulloch W. S., Pitts W., *A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity*, „Bulletin of Mathematical Biophysics” 1943, No 5, pp. 115—133.
- Morajda J., *Wybrane możliwości zastosowań sieci neuronowych w ekonomii i zarządzaniu*, Zeszyty Naukowe AE w Krakowie nr 493, Kraków 1997.
- Morajda J., *Neural Networks as Predictive Models in Financial Futures Trading*, Proc. of the 5-th Conference „Neural Networks and Soft Computing”, Zakopane 2000.
- Morajda J., *Neural Networks and Their Economic Applications [w:] Artificial Intelligence and Security in Computing Systems — Proc. of the 9th International Conference ACS'2002*, Kluwer Academic Publishers, Boston, Dordrecht, London 2003.
- Neuman von J., *The computer and the brain*, Yale Univ. Press., New Haven 1958.
- Osowski S., *Sieci neuronowe w ujęciu algorytmicznym*, WNT, Warszawa 1996.
- Refenes A. P. (ed.), *Neural Networks in the Capital Markets*, Wiley, Chichester 1995.
- Rutkowska D., Piliński M., Rutkowski L., *Sieci neuronowe, algorytmy genetyczne i systemy rozmyte*, PWN, Warszawa 1997.
- Selecting the right neural network tool, third edition*, „Neurovest Journal”, September/October 1996.
- Tadeusiewicz R., *Sieci neuronowe*, Akademicka Oficyna Wydawnicza RM, Warszawa 1993.
- Tadeusiewicz R., *Problemy biocybernetyki*, PWN Warszawa, 1994.
- Tadeusiewicz R., *Sieci neuronowe w prognozowaniu procesów gospodarczych [w:] Mat. konferencyjne „Sztuczna inteligencja i infrastruktura informatyczna*, Siedlce 1995, s. 325—342.

-
- Taylor W. K., *Computers and the nervous system. Models and analogues in biology*, Cambridge Univ. Press., Cambridge 1960.
- Werbos P. J., *Beyond regression: new tools for prediction and analysis in the behavioral sciences*, Ph.D. thesis, Harvard University, Cambridge, MA, 1974.
- Zieliński J. S. (red.), *Inteligentne systemy w zarządzaniu — teoria i praktyka*, PWN, Warszawa 2000.

Wykorzystanie perceptronowych sieci neuronowych w zagadnieniu wyceny nieruchomości

1. Wprowadzenie

W wielu zagadnieniach szeroko rozumianej analizy danych ekonomicznych, oprócz klasycznych metod statystycznych, ważne zastosowanie znajdują także narzędzia oparte na sztucznej inteligencji, zwłaszcza sieci neuronowe. Problematyka sieci neuronowych i ich zastosowań została rozwinięta w bogatej literaturze, np. [S. Haykin 1994; P. Lula 1999; S. Osowski 1996; A. P. Refenes (ed.) 1995; R. Tadeusiewicz 1993; J. S. Zieliński (red.) 2000]. Metody wywodzące się z tego obszaru mogą okazać się szczególnie przydatne w analizie problemów, w których istnieją trudne do zidentyfikowania, nieliniowe relacje pomiędzy zmiennymi w analizowanym systemie ekonomicznym, lub gdy posiadamy niewielką wiedzę aprioryczną dotyczącą badanego obiektu, ale dysponujemy odpowiednią ilością danych mogących posłużyć do uczenia sieci. Tego typu zagadnienia, w których efektywność sieci neuronowych została teoretycznie i empirycznie potwierdzona [A. Beltratti, S. Margarita, P. Terna 1996; P. Lula 1999; J. Morajda 1997; J. Morajda — w druku; J. Morajda 2003; A. P. Refenes (red.) 1995; J. S. Zieliński (red.) 2000], często pojawiają się w różnych dziedzinach ekonomii i zarządzania, np. w prognozowaniu rynków finansowych, marketingu, ocenie ryzyka kredytowego itp.

Zamieszczone w niniejszym opracowaniu badania dotyczą wykorzystania sieci neuronowych typu perceptron do szacowania wartości nieruchomości metodą porównawczą, tzn. w oparciu o dane dotyczące innych, wycenionych wcześniej obiektów. Narzędziami wspomagającymi taką wycenę mogą być modele formalne wykorzystujące funkcje regresji, jednak w związku z nieliniowym i nie w pełni zidentyfikowanym charakterem powiązań pomiędzy czynnikami wpływającymi na wartość nieruchomości a jej ceną, istnieją przesłanki do zastosowania sieci neuronowych w tym zagadnieniu.

Typowa odpowiedź sieci neuronowej, podobnie jak w przypadku modelu regresyjnego, polega na wygenerowaniu jednej „punktowej” wartości liczbowej, stanowiącej szacowaną wycenę. W niniejszej pracy podjęto jednak próbę wyko-

rzystania zbioru sieci typu perceptron do aproksymacji funkcji gęstości prawdopodobieństwa dla ceny sprzedaży danej nieruchomości, co wnosi więcej informacji dotyczącej wartości obiektu i możliwości negocjacji ostatecznej ceny.

2. Opis problemu i zastosowana metoda jego rozwiązania

Podejście porównawcze do wyceny nieruchomości polega na szacowaniu wartości obiektu poprzez jego porównanie z charakterystyką podobnych, wcześniej sprzedanych (wycenionych) obiektów na podstawie określonego zestawu cech. Do konstrukcji modelu służącego do realizacji takiej wyceny można zastosować sieć neuronową, uczoną (i testowaną) przy użyciu wzorców opisujących nieruchomości, dla których wcześniej zawarto transakcje kupna po określonej cenie. Występujące we wzorcach uczących cechy obiektów stanowią zmienne wejściowe (objaśniające) dla modelu neuronowego, a cena transakcji — zmienną wyjściową (objaśnianą). Tak nauczona sieć, po podaniu na wejście opisu wycenianego obiektu, wygeneruje jako sygnał wyjściowy jego wycenę. Procedura ta stanowi typowe wykorzystanie realizujących nieliniową regresję sieci neuronowych do prognozowania określonej wartości.

Jednakże sieci typu perceptron, konstruowane dla realizacji procesu klasyfikacji (a nie w celu obliczania „punktowej” prognozy), można wykorzystać do aproksymacji funkcji gęstości prawdopodobieństwa dla prognozowanej zmiennej. Podstawy teoretyczne tej metodyki zawarte zostały w pracy [D. W. Ruck, S. K. Rogers, M. Kabrisky, M. E. Oxley, B. W. Suter 1990], w której m.in. pokazano, iż w zagadnieniu klasyfikacji sygnały wyjściowe perceptronu wielowarstwowego odpowiednio uczonego przy użyciu algorytmu wstecznej propagacji błędów¹ reprezentują² prawdopodobieństwa *a posteriori* przynależności danego wektora wejściowego x do poszczególnych klas. Ten fakt został wykorzystany m.in. w pracy [J. Morajda – w druku] do zaproponowania neuronowego systemu aproksymacji funkcji gęstości prawdopodobieństwa w procesie prognozowania szeregów czasowych. Podobna koncepcja może posłużyć w rozważanym tu zagadnieniu wyceny nieruchomości. Opiera się ona na podziale zbioru wartości wyjściowych (cen nieruchomości w ciągu uczącym) na k rozłącznych, uporządkowanych przedziałów (determinujących jednocześnie klasy wektorów wejściowych x), a następnie na przeprowadzeniu uczenia k jednowyjściowych (realizujących zadanie klasyfikacji) sieci perceptronowych przyporządkowanych do poszczególnych

¹ Jeżeli istnieje k klas wektorów wejściowych x , perceptron posiada k wyjść przyporządkowanych odpowiednio do kolejnych klas; w procesie uczenia pożądane wartości wyjściowe przyjmują wielkość 1 na wyjściu przypisanym właściwej klasie oraz 0 na pozostałych wyjściach. Zamiast k -wyjściowego perceptronu można też zastosować k osobnych sieci perceptronowych z jednym wyjściem każda; uczenie takich sieci jest szybsze i przynosi lepsze efekty.

² Dokładność tej reprezentacji zależy jednak m.in. od właściwie dobranej struktury sieci (wielkości warstwy ukrytej, funkcji aktywacji neuronów itp.) i parametrów algorytmu uczenia.

klas (przedziałów cen). Podczas funkcjonowania nauczonych sieci, po zaprezentowaniu określonego wzorca wejściowego charakteryzującego wycenianą nieruchomość, wygenerowane wartości wyjściowe (zinterpretowane jako prawdopodobieństwa przynależności wektora x do poszczególnych klas, a wycenianego obiektu do poszczególnych przedziałów cenowych) służą do realizacji aproksymacji funkcji gęstości prawdopodobieństwa dla wartości (ceny) nieruchomości.

W przeprowadzonych badaniach wykorzystano dane pochodzące ze spisu powszechnego przeprowadzonego w Bostonie (USA) w roku 1970 i zawierające 400 przypadków dotyczących charakterystyki nieruchomości w poszczególnych 400 obszarach spisowych.

Każdy z tych przypadków jest opisany przez 13 następujących cech (potraktowanych tutaj jako zmienne wejściowe dla modeli neuronowych):

- średnia liczba pokoi w nieruchomościach w danym obszarze,
- odsetek obiektów wybudowanych przed 1940 rokiem,
- odsetek ludności murzyńskiej żyjącej w danym obszarze spisowym,
- odsetek ludności o niskim statusie społecznym,
- liczba popełnianych przestępstw w przeliczeniu na 1 mieszkańca,
- odsetek posiadłości zajmujących ponad 25 000 stóp kwadratowych,
- udział stref przemysłowych w danym obszarze,
- stopa podatku od nieruchomości,
- liczba uczniów przypadająca na 1 nauczyciela,
- wskaźnik binarny równy 1 dla obszarów graniczących z rzeką Charles,
- ważona odległość do 5 podstawowych stref zatrudnienia w Bostonie,
- wskaźnik wyrażający łatwość dostępu do obwodnic Bostonu,
- wskaźnik zanieczyszczenia powietrza (stężenie tlenu azotu).

Jako zmienną objaśnianą w modelu przyjęto medianę wartości nieruchomości w danym obszarze spisowym.

Przed wykorzystaniem danych do budowy modelu neuronowego wszystkie zmienne (wejściowe i wyjściową) poddano standaryzacji przez odjęcie wartości średniej dla każdej zmiennej i następnie wykonanie dzielenia przez odchylenie standardowe.

Neuronowy system analizy danych został skonstruowany dla parametru $k = 21$, tzn. przy wykorzystaniu 21 sieci typu perceptron wielowarstwowy, realizujących zadanie klasyfikacji i trenowanych przy zastosowaniu pożądanego wartości wyjściowych typu binarnego (0 i 1). Każda z tych sieci realizuje zadanie rozpoznawania określonej klasy nieruchomości o wartościach z danego zakresu cen o rozpiętości 2250 \$ (kolejne sieci są związane z kolejnymi przedziałami cenowymi).

Każda sieć wchodząca w skład systemu zawierała 5 neuronów ukrytych, posiadających funkcję aktywacji typu tangens hiperboliczny i była trenowana przy wykorzystaniu algorytmu wstecznej propagacji błędów (w wersji z modyfikacją wag po demonstracji każdego wzorca uczącego). Zastosowana procedura tzw. multi-startu (wielokrotnego startu procesu uczenia od różnych zestawów wag początko-

wych) pozwoliła uniknąć przypadkowego przedwczesnego zatrzymania uczenia w lokalnym minimum funkcji błędu.

Niezależnie od opisanego wyżej systemu, analizie poddano (głównie w celach porównawczych) efektywność wykorzystania klasycznej sieci perceptron, realizującej zadanie nieliniowej regresji i trenowanej przy użyciu rzeczywistych wartości cen nieruchomości (zmiennej wyjściowej). Sieć taka, po nauczaniu, generuje jednak tylko „punktowe” rezultaty wyceny bez informacji o kształcie rozkładu prawdopodobieństwa cen. Dla tej sieci zastosowano taką samą strukturę i parametry algorytmu uczenia, jak w przypadku perceptronów klasyfikujących.

Dwadzieścia spośród 400 przypadków zakwalifikowano jako zbiór testowy (nie biorący udziału w uczeniu sieci), natomiast pozostałe 380 rekordów zastosowano do uczenia i walidacji sieci. Na rysunkach 1, 2 i 3 zademonstrowano m.in. rozkład cen nieruchomości (aprioryczny rozkład prawdopodobieństwa), którego podstawowe parametry posiadają następujące wartości (w tysiącach \$): *minimum* = 5,00; *maksimum* = 50,00; *średnia* = 23,02; *odchylenie standardowe* = 9,30.

3. Rezultaty badań

W tabeli 1 przedstawiono rezultaty wyceny nieruchomości dla 20-elementowego zbioru testowego, zrealizowanej najpierw przez klasyczny perceptron realizujący zadanie nieliniowej regresji (są to „punktowe” wartości wycen, nie wnoszące informacji o szacunkowym rozkładzie prawdopodobieństwa).

Tabela 1

Rzeczywiste i oszacowane przez regresyjny perceptron wartości nieruchomości (mediany dla obszaru spisowego) dla 20 przypadków zawartych w zbiorze testowym. Odpowiadające sobie wartości (rzeczywista i oszacowana) dla pojedynczego przypadku są umieszczone w jednej kolumnie jedna pod drugą

Wartości nieruchomości w tys. \$ dla 20 przypadków ze zbioru testowego										
Rzeczywista	18,9	24,8	24,5	18,3	42,3	19,3	19,3	12,7	36,1	23,2
Oszacowana	15,6	27,6	26,2	19,7	44,6	19,2	20,7	12,2	32,7	21,5
Rzeczywista	21,2	15,7	18,2	18,8	11,9	14,3	28,4	43,5	21,2	20,6
Oszacowana	26,5	16,9	16,6	21,0	22,5	16,0	26,7	46,7	21,7	22,8

Źródło: obliczenia własne.

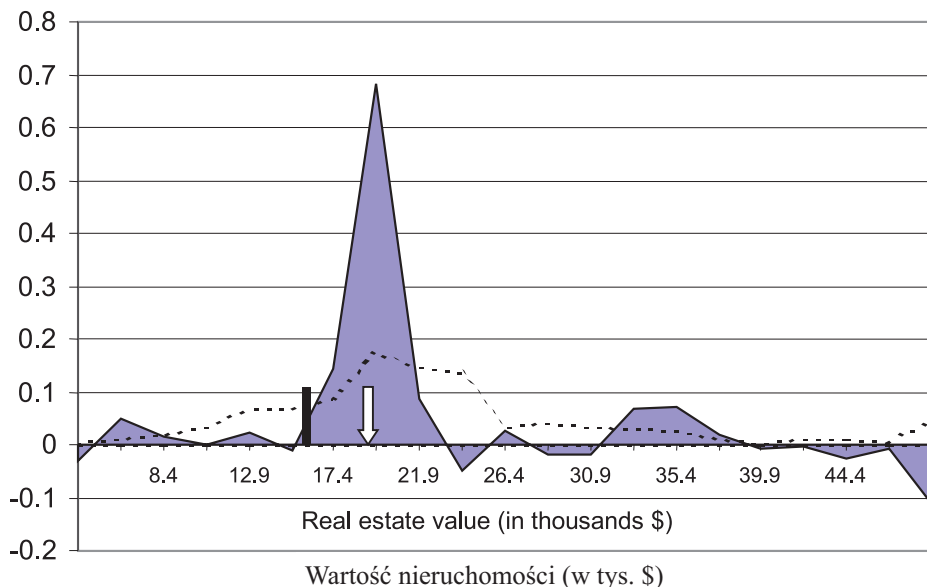
Otrzymano następujące miary efektywności sieci perceptron dla zbioru testowego: pierwiastek z błędu średniokwadratowego $RMSE = 3,286$ oraz błąd średni $MAE = 2,440$.

Z kolei na rysunkach 1, 2 i 3, dla trzech pierwszych przypadków ze zbioru testowego, zaprezentowano w postaci graficznej rezultaty funkcjonowania systemu neuronowego złożonego z 21 sieci perceptron, realizujących zadanie klasyfikacji.

Wykresy przedstawiają rozkłady wygenerowanych przez sieci perceptronowe sygnałów wyjściowych, które tworzą aproksymacje rozkładów gęstości prawdopodobieństwa dla cen nieruchomości w poszczególnych przypadkach. Aby na ich podstawie uzyskać właściwe rozkłady prawdopodobieństwa poprawne w sensie matematycznym, wystarczy przeprowadzić prostą transformację sygnałów, która sprowadza ujemne wartości do zera i następnie przeskalowuje wszystkie wartości sygnałów tak, aby ich suma wynosiła dokładnie 1. Na rysunkach 1, 2, 3 zamieszczono jednak (celowo) nie przekształcone rozkłady sygnałów sieci, aby zobrazować rzeczywiste funkcjonowanie systemu neuronowego. Na wykresach oznaczono też rzeczywiste wartości nieruchomości oraz wielkości wyceny wygenerowane przez klasyczny perceptron realizujący operację regresji.

Rysunek 1

Oszacowany przez klasyfikujący system neuronowy rozkład cen nieruchomości dla przypadku testowego nr 1 (*linia ciągła z zacieniowanym obszarem*). Linia przerywana ukazuje rozkład empiryczny dla wszystkich 400 przypadków. Biała strzałka wskazuje rzeczywistą wartość, natomiast czarny słupek reprezentuje sygnał wygenerowany przez klasyczny perceptron regresyjny

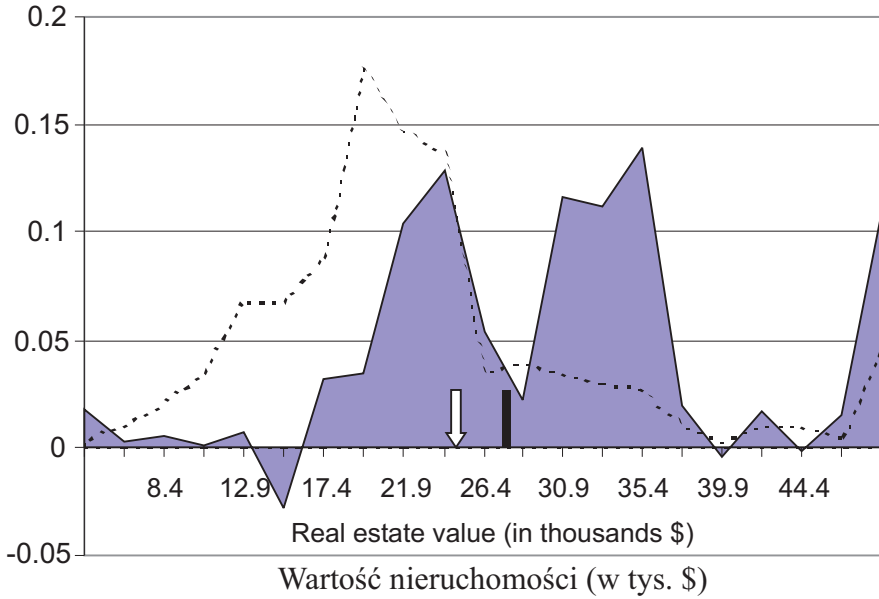


Należy podkreślić, iż otrzymane aproksymacje rozkładów prawdopodobieństwa dla cen nieruchomości dostarczają dużo więcej użytecznej informacji niż zwykła „punktowa” ewaluacja zawierająca pojedynczą wartość.

Rysunek 1 przedstawia sytuację, w której wartość nieruchomości może być dość jednoznacznie i precyzyjnie określona. Wycena wygenerowana przez klasyfikujący system neuronowy wyznacza to oszacowanie na około 19 600 \$ z dość wysokim prawdopodobieństwem (prawie 0,7), co jest wielkością zlokalizowaną

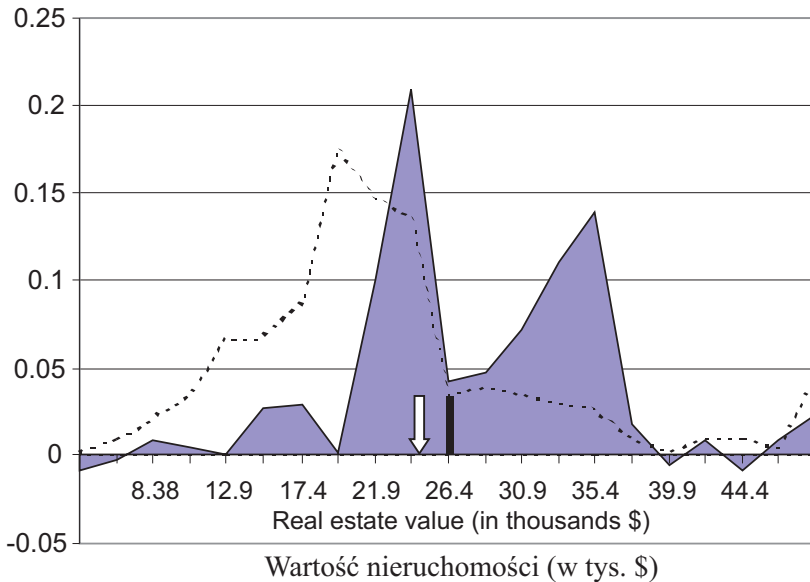
Rysunek 2

Oszacowany przez klasyfikujący system neuronowy rozkład cen nieruchomości dla przypadku testowego nr 2 (oznaczenia jak na rys. 1)



Rysunek 3

Oszacowany przez klasyfikujący system neuronowy rozkład cen nieruchomości dla przypadku testowego nr 3 (oznaczenia jak na rys. 1)



bardzo blisko rzeczywistej wartości wynoszącej w tym przypadku 18 900 \$. Regresyjna sieć perceptronowa popełniła tutaj wyraźnie większy błąd szacowania.

Analiza rozkładu wartości wycen zaprezentowana na rysunku 2 wskazuje na niejednoznaczność oszacowania nieruchomości dla drugiego przypadku testowego, gdyż na wykresie rozkładu występują 3 wyraźne i odrębne „szczyty”, reprezentujące kolejno ceny: 24 100 \$ (wycena zlokalizowana bardzo blisko wartości rzeczywistej wynoszącej 24 800 \$), 35 400 \$, oraz ok. 50 000 \$. Fakt ten pokazuje, iż prawdopodobnie istnieją jeszcze dodatkowe (nie uwzględnione w analizie) czynniki (stanowiące potencjalne dodatkowe zmienne objaśniające dla systemu), które mogą mieć istotny wpływ na cenę danej nieruchomości. Ponadto informacja pochodząca z kształtu tego typu rozkładu może być niezwykle istotna, np. dla sprzedawcy nieruchomości, który wykorzystując znaczną potencjalną przestrzeń do negocjacji cen (wyznaczoną przez prawą część rozkładu) może w efekcie uzyskać dużo większą cenę sprzedawanego obiektu niż oszacowanie wygenerowane przez regresyjny perceptron lub rzeczywista wartość mediany cen w danym obszarze.

Przypadek testowy nr 3 (zobrazowany na rysunku 3), charakteryzujący się dwoma wyraźnymi wierzchołkami na wykresie rozkładu cen, jest w zasadzie podobny w sensie interpretacji do omówionego wyżej przypadku 2.

4. Wnioski końcowe

Zaprezentowana w niniejszym artykule metoda funkcjonowania systemu neuronowego złożonego z pewnej liczby sieci typu perceptron, realizujących zadania klasyfikacji, okazała się użyteczna i efektywna w zagadnieniach wyceny nieruchomości metodą porównawczą. Metoda pozwala na oszacowanie rozkładu prawdopodobieństwa dla wartości badanego obiektu. Analiza takiego rozkładu w określonym przypadku generuje znacznie więcej użytecznej informacji niż oszacowanie pojedynczej wartości, informacja ta zaś może zostać wykorzystana zarówno w celach badawczych (udoskonalenie modelu służącego do wyceny, np. poprzez identyfikację nowych zmiennych objaśniających), jak i w zastosowaniach praktycznych (negocjacja cen). Potencjalne kierunki dalszych badań to analiza doboru parametrów struktury i uczenia sieci neuronowych w omawianym systemie, a także badania efektywności wykorzystania metody w innych, podobnych problemach ekonomicznych.

Bibliografia

- Beltratti A., Margarita S., Terna P. *Neural Networks for Economic and Financial Modeling*, „International Thomson Computer Press”, London 1996.
- Haykin S., *Neural networks. A comprehensive foundation*, Macmillan College Publishing Company, New York 1994.

- Lula P., *Jednokierunkowe sieci neuronowe w modelowaniu zjawisk ekonomicznych*. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Krakowie, Kraków 1999.
- Morajda J., *Wybrane możliwości zastosowań sieci neuronowych w ekonomii i zarządzaniu*, Zeszyty Naukowe AE w Krakowie nr 493, Kraków 1997.
- Morajda J., *Multilayer Perceptrons as Approximations to Probability Density Functions in Time Series Forecasting*, „Przegląd Statystyczny”, Warszawa — w druku.
- Morajda J., *Neural Networks and Their Economic Applications [w:] Artificial Intelligence and Security in Computing Systems — Proc. of the 9th International Conference ACS'2002*, Kluwer Academic Publishers, Boston — Dordrecht — London 2003.
- Osowski S., *Sieci neuronowe w ujęciu algorytmicznym*, WNT, Warszawa 1996.
- Refenes A. P. (ed.), *Neural Networks in the Capital Markets*, Wiley, Chichester 1995.
- Ruck D. W., Rogers S. K., Kabrisky M., Oxley M. E., Suter B. W., *The Multilayer Perceptron as an Approximation to a Bayes Optimal Discriminant Function*, „IEEE Transactions on Neural Networks” 1990, vol. 1, no. 4.
- Tadeusiewicz R., *Sieci neuronowe*, Akademicka Oficyna Wydawnicza RM, Warszawa 1993.
- Zieliński J. S. (red.), *Inteligentne systemy w zarządzaniu — teoria i praktyka*, PWN, Warszawa 2000.

ROBERT PANEK

Wspieranie rozwoju sektora małych i średnich przedsiębiorstw w Polsce i w Unii Europejskiej

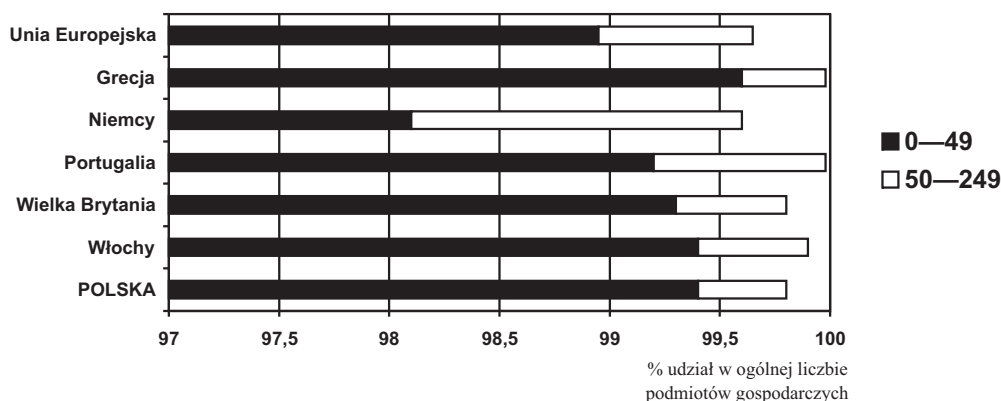
1. Wprowadzenie

W Polsce sektor małych i średnich przedsiębiorstw (MSP) w roku 2001 liczył ponad 2,7 mln podmiotów gospodarczych zarejestrowanych w systemie REGON, zatrudniał ponad 7 mln osób (62,5% wszystkich zatrudnionych w gospodarce), jego zaś udział w tworzeniu PKB wyniósł 48,4% (z tego małe przedsiębiorstwa wytwarzały 39,4%, średnie 9,6%) [A. Rybińska, A. Tokaj-Krzewska 2003, s. 23].

Udział MSP w ogólnej liczbie podmiotów gospodarczych, w krajach Unii Europejskiej od początku lat dziewięćdziesiątych utrzymuje się na niezmiennym poziomie: 99,8% dla UE jako całości i od 99,4% do 99,9% w poszczególnych państwach członkowskich [B. Piasecki (red.), *Warunki...*, 2001, s. 14].

Wykres 1

Udział MSP w ogólnej liczbie podmiotów gospodarczych w sektorze prywatnym w roku 2001



Źródło: opracowanie własne na podstawie: [A. Rybińska, A. Tokaj-Krzewska (red.) 2003, s. 23; B. Piasecki (red.), *Warunki...*, 2001, s. 15].

Z powyższych danych wynika, że w gospodarkach krajów rozwijających się i rozwiniętych dominującą rolę odgrywa sektor MSP. Dlatego małym i średnim przedsiębiorstwom należy się szczególne zainteresowanie wynikające z faktu, że

są one siłą napędową gospodarki nie tylko polskiej czy unijnej, ale też światowej. Należy więc skoordynować działania mające na celu poprawę klimatu ekonomicznego, w którym MSP funkcjonują oraz organizować różnorodne formy pomocy sprzyjające ich działaniu [J. Jankiewicz 2002, s. 69].

Kondycja i perspektywy rozwojowe podmiotów sektora MSP uzależnione są w dużej mierze od dostępności wewnętrznych i zewnętrznych źródeł kapitału potrzebnego do prowadzenia działalności gospodarczej. Małe i średnie przedsiębiorstwa charakteryzują się najczęściej niską wartością posiadanego majątku trwałego, mają często ograniczony dostęp do komercyjnych źródeł finansowania ze względu na surowe kryteria banków związane z procesem udzielania finansowania. Trudności w przedstawieniu wiarygodnych zabezpieczeń wymaganych przez bank, wysokie prowizje i opłaty oraz brak historii kredytowej przedsiębiorcy są głównymi barierami w ubieganiu się MSP o kredyt bankowy. Jest to zjawiskiem bardzo powszechnym we wszystkich gospodarkach. Dlatego też konieczne jest — obok realizowania właściwej polityki makroekonomicznej polegającej na uzdrawianiu finansów publicznych, wdrażaniu przyjaznego dla inwestowania systemu podatkowego oraz niwelowaniu biurokratycznych barier funkcjonowania w gospodarce rynkowej — prowadzenie aktywnej polityki wobec MSP, polegającej na wspieraniu dostępu tego sektora do finansowania zewnętrznego [M. Ulman 2002, s. 9].

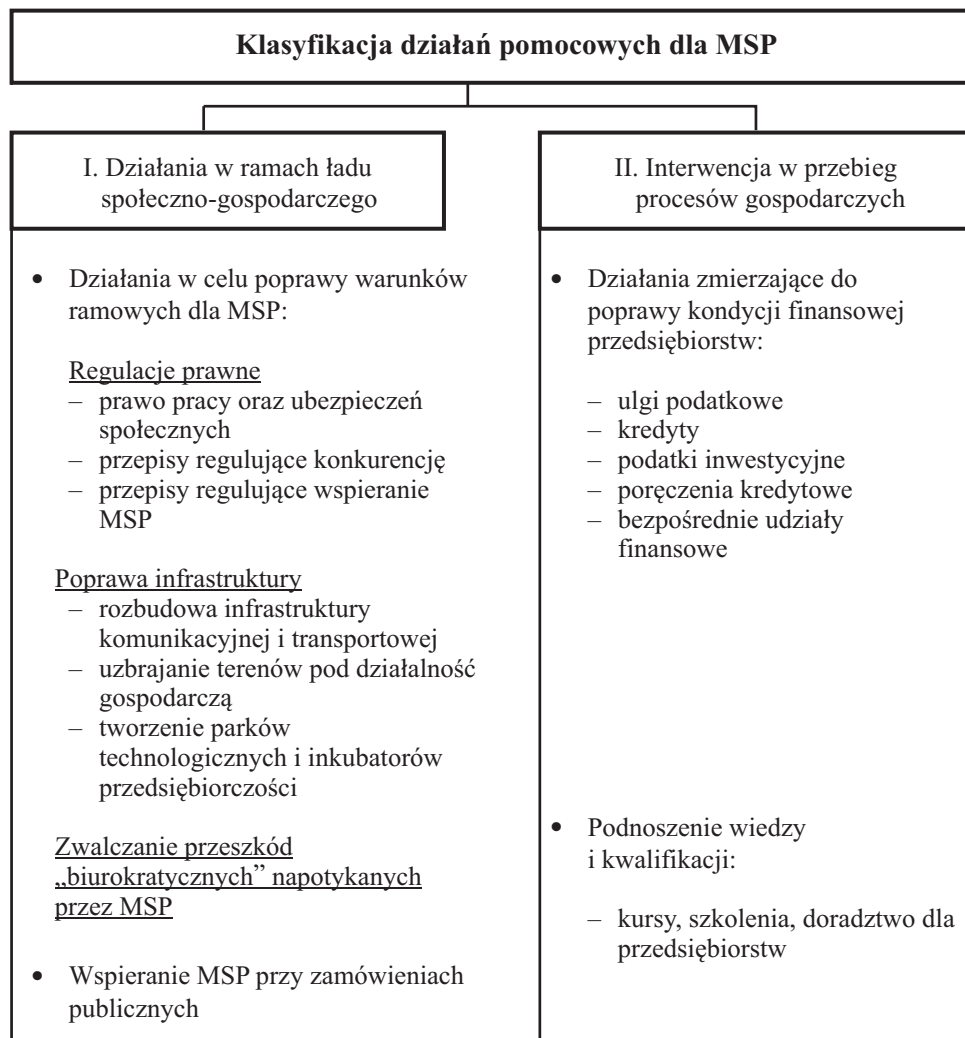
Przez „wsparcie” należy rozumieć szeroko pojęte świadczenie usług na rzecz biznesu. Są to działania bezpośrednio skierowane na podmioty gospodarcze i obejmują: doradztwo, szkolenia, finansowanie, promocję i reklamę, informację, kontraktowanie partnerów itd. [G. Gęśicka (red.) 1997, s. 109].

Metody wspierania MSP można podzielić na dwie główne grupy. Na pierwszą z nich składają się stabilne, długookresowe działania, stanowiące „reguły gry” gospodarcej w ramach danego porządku społeczno-gospodarczego. Stabilność tych reguł umożliwia jednostkom gospodarczym planowanie w dłuższych okresach i ogranicza ich poczucie niepewności. Druga grupa działań pomocowych dla MSP obejmuje te typy działań, które wpływają na bieżącą działalność gospodarczą. W zależności od aktualnej polityki państwa i sytuacji gospodarczej kraju, instrumenty stosowane w tej grupie mogą ulegać stosunkowo częstym zmianom [L. Schuttenbach 2000, s. 56—60].

Działania w ramach ładu polityczno-gospodarczego służą tworzeniu trwałych, korzystnych warunków ramowych dla funkcjonowania MSP. W ramach działań prawnych kształtowane są przepisy prawa pracy i ubezpieczeń społecznych w sposób, który nie dopuszcza do dyskryminacji MSP. Tworzone są również akty prawne regulujące działania pomocowe dla MSP, mające wzmacniać ich konkurencyjność. Jednocześnie różne regulacje prawne mają na celu ograniczenie porozumień pomiędzy dużymi firmami, których celem lub skutkiem byłoby ograniczenie wolnej konkurencji i tym samym osłabienie pozycji rynkowej przedsiębiorstw mniejszych.

Wykres 2

Metody wspierania MSP



Źródło: [L. Schutzenbach 2000, s. 57]

Działania związane z tworzeniem odpowiedniej infrastruktury dotyczą nie tylko sieci transportowej i komunikacyjnej, ale także uzbrajania terenów pod działalność gospodarczą przez jednostki administracji publicznej, tworzenia i rozbudowy dopasowanych profilem do struktury zapotrzebowania na danym rynku pracy szkół zawodowych, ośrodków kształcenia i szkolenia oraz tworzenia i wspierania parków technologicznych i inkubatorów. Do sposobów tworzenia korzystnych

ramowych warunków dla działalności MSP należy również ograniczanie nadmiernej biurokracji.

Ingerencja w przebieg procesów gospodarczych to działania zmierzające do poprawy kondycji finansowej przedsiębiorstw. Pomoc dla MSP jest rezultatem przekonania, iż przedsiębiorstwa te mają znacznie utrudniony dostęp do środków finansowych w porównaniu z przedsiębiorstwami dużymi. Dlatego należy stworzyć szereg instrumentów wspierania finansowego MSP, takich jak: ulgi podatkowe, ulgi lub dodatki inwestycyjne, specjalne odpisy amortyzacyjne, kredyty dla MSP oraz dopłaty inwestycyjne i poręczenia kredytowe.

Działania zmierzające do podniesienia wiedzy i kwalifikacji mają służyć podniesieniu poziomu wiedzy oraz kwalifikacji właścicieli małych i średnich przedsiębiorstw. Do najważniejszych elementów zalicza się pomoc finansową udzielaną na cele doradztwa dla MSP. Przedsiębiorcy korzystający z doradztwa otrzymują zwrot części lub całości poniesionych na to kosztów. Podobnie wygląda sytuacja w odniesieniu do kosztów poniesionych na szkolenia podnoszące kwalifikacje przedsiębiorcy.

2. Bankowe i pozabankowe instytucje wspomagające rozwój małych i średnich przedsiębiorstw w Polsce

Wspomaganiem finansowym sektora MSP w Polsce zajmuje się wiele instytucji krajowych, zagranicznych i międzynarodowych, np.: Bank Światowy, Europejski Bank Inwestycyjny, Europejski Bank Odbudowy i Rozwoju i wiele innych. Ich wsparcie dotyczy reform strukturalnych, wzrostu i integracji europejskiej [B. Piasecki (red.), *Ekonomika...*, 2001, s. 516—523]. Środki finansowe pochodzą głównie z programów PHARE, SAPARD, ISPA, Brytyjskiego Funduszu Know-How i innych.

Bank Światowy zapewnia pomoc techniczną i doradztwo oraz pomoc finansową mającą na celu wspieranie m.in. rozwoju przedsiębiorczości na terenach wiejskich.

Europejski Bank Inwestycyjny (EBI) w ramach pomocy dla Polski oferuje pośrednie finansowanie działalności małego biznesu i rozwoju infrastruktury małej skali.

Europejski Bank Odbudowy i Rozwoju (EBOR) prowadzi działalność, której celem jest rozwój gospodarki rynkowej, zapewnia m.in. bezpośrednie finansowanie działalności w sektorze prywatnym. Główną formą finansowania EBOR są pożyczki, inwestycje kapitałowe (udziały) i udzielanie gwarancji. EBOR finansuje konkretne projekty, restrukturyzuje duże firmy, a także umożliwia otrzymanie pożyczki dla firm z segmentu MSP. Bank w szczególności stara się pomagać przedsiębiorstwom, które mają trudności w uzyskaniu finansowania z innych źródeł. Dużą wagę przywiązuje zwłaszcza do MSP, które są nieodzowne do rozszerzenia się sektora prywatnego.

Wśród banków mających strategię wobec małych i średnich przedsiębiorstw wyróżnia się Bank Rozwoju Eksportu SA. Bank ten powołał departament małych i średnich przedsiębiorstw, który usprawnia metodologię działań w celu sprzedaży swoich produktów wybranym segmentom przedsiębiorstw.

Przedsiębiorstwa sektora MSP często mają niewystarczające zabezpieczenie kredytu. Brak wystarczającego zabezpieczenia jest niejednokrotnie przeszkodą we wspomaganiu tych przedsiębiorstw przez banki. Stąd wzorem krajów o rozwiniętej gospodarce rynkowej zaczęto w Polsce tworzyć fundusze poręczeń kredytowych. Obecnie w Polsce działa kilkanaście funduszy lokalnych i Krajowy Fundusz Poręczeń Kredytowych Banku Gospodarstwa Krajowego.

MSP coraz częściej korzystają z funduszy wysokiego ryzyka *venture capital*. Fundusz wysokiego ryzyka, udostępniając przedsiębiorcy kapitał, który staje się jego kapitałem własnym, dzieli wraz z nim ryzyko i zysk związane z prowadzoną działalnością gospodarczą, nie żądając z tego tytułu zabezpieczeń, płacenia prowizji i odsetek, jak w przypadku kredytu. Finansowanie przedsięwzięcia w taki sposób oznacza zgodę przedsiębiorcy na okresową współwłasność i dzielenie się „władzą” w firmie. Poza wsparciem kapitałowym udzielają również pomocy w zarządzaniu finansami firmy i pełnią funkcje doradcze. Dla funduszu wysokiego ryzyka ważne jest, aby istniały realne szanse późniejszej odsprzedaży udziałów z godziwym zyskiem.

Wspieraniem MSP zajmuje się również Towarzystwo Inwestycji Społeczno-Ekonomicznych (TISE), które działa od 1991 roku. Podstawowym przedmiotem działalności TISE jest prowadzenie inwestycji kapitałowych przez nabywanie akcji oraz udziałów w małych i średnich przedsiębiorstwach prywatnych, prowadzonych w formie spółki akcyjnej lub spółki z ograniczoną odpowiedzialnością.

Pomocą małym i średnim przedsiębiorstwom służy także Fundusz Inwestycji Kapitałowych, który działa w ramach Polsko-Brytyjskiego Programu Rozwoju Przedsiębiorczości (*Polish-British Enterprise Project*). Program ten jest wspólną inicjatywą rządów Polski i Wielkiej Brytanii, skierowaną na pomoc dla MSP. Jest to największy program finansowany przez rząd brytyjski ze środków Funduszu Know-How w krajach Europy Wschodniej i Środkowej.

Spółką, która proponuje małym i średnim przedsiębiorstwom długoterminowy kapitał inwestycyjny jest CARESBAC (*Care Small Business Assistance Corporation*). Została ona utworzona w Polsce przez międzynarodową organizację SEAF (*The Small Enterprise Assistance Funds*), Fundusz Współpracy, Fundację na Rzecz Rozwoju Polskiego Rolnictwa, Europejski Bank Odbudowy i Rozwoju. Wspomagana jest finansowo przez Korporację Prywatnych Inwestycji Zamorskich (OPIC) i Amerykańską Agencję Rozwoju Międzynarodowego (USAID).

W Polsce funkcjonują również pozabankowe programy (fundusze) oferujące finansowanie sektora MSP ze środków pomocy zagranicznej. Do najważniejszych z nich należą [M. Ulman 2002, s. 9]:

— Fundusz Rozwoju Przedsiębiorczości (FRP) w ramach „Projektu Rozwoju Małej Przedsiębiorczości” (TOR#10),

— Fundusz Mikro utworzony przez Polsko- Amerykański Fundusz Przedsiębiorczości,

— Kanadyjski Program Pożyczkowy dla Inkubatorów Przedsiębiorczości utworzony przez Kanadyjsko-Polską Fundację Przedsiębiorczości.

Koordinacją wsparcia dla MSP od roku 1995 zajmowała się Polska Fundacja Promocji i Rozwoju Małych i Średnich Przedsiębiorstw (PFPiRMiŚP), która swą działalność prowadziła w latach 1995—2000.

Celem działalności Fundacji było tworzenie warunków rozwoju sektora małych i średnich przedsiębiorstw jako ważnego elementu gospodarki polskiej, wnoszącego zasadniczy wkład w tworzenie dochodu narodowego oraz podnoszenie dobrobytu w kraju.

Polska Fundacja MSP była także forum wymiany opinii i doświadczeń między sektorem publicznym i prywatnym poprzez udział w Radzie Fundacji przedstawicieli środowiska przedsiębiorców i ministerstw, których funkcjonowanie wywierało istotny wpływ na kształtowanie warunków prowadzenia działalności gospodarczej, oraz instytucji finansowych i regionalnych. Współpracując z Departamentem Rzemiosła Małych i Średnich Przedsiębiorstw Ministerstwa Gospodarki oraz z Sejmową Komisją Małych i Średnich Przedsiębiorstw, eksperci Fundacji lub specjaliści działający na jej zlecenie brali udział w opracowywaniu i opinio- waniu programów i projektów regulacji istotnych dla sektora [W. Dzierżanowski, M. Stachowiak (red.) 2001, s. 247—254].

Działalność Fundacji to również szereg projektów badawczych i przeprowadzenie analiz dotyczących zagadnień związanych z rozwojem małych i średnich przedsiębiorstw oraz zgromadzenie obszernych zasobów informacji. Począwszy od roku 1997 publikowano doroczny raport o stanie sektora MSP w Polsce przedstawiający podstawowe dla sektora statystyki, zbiorcze wyniki badań oraz rekomendacje wprowadzenia zmian służących zmniejszeniu barier hamujących rozwój przedsiębiorczości.

W ciągu pięciu lat istnienia Fundacji stworzono infrastrukturę organizacyjną służącą wspieraniu sektora MSP w Polsce. Powstała sieć ośrodków Krajowego Systemu Usług, zorganizowano Centra Informacji Gospodarczej, powołano Polską Sieć Doradców Biznesu S.A.

Krajowy System Usług dla Małych i Średnich Przedsiębiorstw (KSU) powstał w roku 1996 z inicjatywy Polskiej Fundacji MSP. Jego celem jest rozwój kompleksowego rynku usług dla MSP w oparciu o lokalne, regionalne i krajowe instytucje wspierające przedsiębiorczość.

Obecnie sieć KSU tworzy ponad 150 instytucji świadczących usługi doradcze, szkoleniowe, informacyjne i finansowe dla MSP. Wśród nich znajdują się centra wspierania biznesu, ośrodki wspierania przedsiębiorczości, agencje rozwoju regio-

Tabela 1

Główne programy realizowane przez Polską Fundację MSP w latach 1996—2000

Nazwa programu	Okres realizacji	Finansowanie
Program Rozwoju Sektora Prywatnego PHARE'91	1992—1996	4 mln ECU
Program Rozwoju Sektora Prywatnego MpiH PHARE'91	1996—1997	2,1 mln ECU
Program Rozwoju Przedsiębiorczości w Polsce STEP I PHARE 95	1995—1999	2,89 mln EUR
Program Rozwoju Przedsiębiorczości w Polsce STEP II PHARE 96	1997—2000	2,75 mln EUR
Program Rozwoju Instytucjonalnych Struktur Wspierania Przedsiębiorczości w Polsce STEP — IFE (tzw. counterpart funds)	1997—2001	14,19 mln PLN
Program Promocji Eksportu Małych i Średnich Przedsiębiorstw EXPROM II	1996—2000	7,3 mln EUR
Program Rozwoju Turystyki w Polsce TOURIN III PHARE 95 i współfinansowanie ze strony polskiej	1998—1999	4,26 mln EUR 1,15 mln PLN
Program Unii Europejskiej „Odbudowa” oraz Złotowy Fundusz dotacji Lokalnych i Projekt Pomocy Technicznej przy Realizacji Programu Obudowa (counterpart funds)	1997—2000	64,96 mln EUR 6,89 mln PLN
Program Łagodzenia Społecznych i Regionalnych Skutków Restrukturyzacji Górnictwa Węgla Kamiennego i Stali INICJATYWA I PHARE 98 wraz ze środkami rezerwy celowej Rady Ministrów	1999—2000	29,93 mln EUR 4,5 mln PLN
Program Łagodzenia Społecznych i Regionalnych Skutków Restrukturyzacji Górnictwa Węgla Kamiennego i Stali oraz rozwój regionalny na Śląsku INICJATYWA II PHARE 99	1999—2002	31,00 mln EUR
Program Wsparcia Rozwoju Regionalnego Regionów Warmii i Mazur oraz Podkarpacia oraz współfinansowanie ze strony Polski	2000—2002	12,15 mln EUR 5,8 mln PLN
Wspieranie uczestnictwa polskich MSP w programach Unii Europejskiej (kwota dostępna dla Polski w ramach III Wieloletniego Programu dla MSP UE)	1999—2000	0,94 mln EUR
Realizacja zadań wynikająca z Kierunków działań Rządu wobec małych i średnich przedsiębiorstw do 2002 roku	2000	14,7 mln PLN

Źródło: [W. Dzierżanowski, M. Stachowiak (red.) 2001, s. 248].

nalnego, organizacje pracodawców, instytuty badawczo-rozwojowe, fundacje i stowarzyszenia.

W roku 2000 ośrodki Krajowego Systemu Usług dla MSP zostały włączone w realizację zadań państwa we wspieraniu małych i średnich firm, w ramach realizacji dokumentu „Kierunki działań Rządu wobec małych i średnich przedsiębiorstw do 2002 roku”. Realizowane projekty dotyczyły [W. Dzierżanowski, M. Stachowiak (red.) 2001, s. 255]:

- ułatwiania małym przedsiębiorcom dostępu do wiedzy w zakresie prowadzenia firmy,

- świadczenia usług doradczych dla małych i średnich przedsiębiorstw poprzez utworzoną sieć konsultacyjno-doradczą,

- przeprowadzenia cyklu konferencji dla organizacji przedsiębiorców, dotyczących źródeł finansowania.

Prawnym następcą Polskiej Fundacji Promocji i Rozwoju Małych i Średnich Przedsiębiorstw jest Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości (PARP), która rozpoczęła działalność 1 stycznia 2001 roku. Agencja jest odpowiedzialna za kontynuację działań podjętych przez Polską Fundację Promocji i Rozwoju Małych i Średnich Przedsiębiorstw w roku 2000, zwłaszcza przy realizacji projektów współfinansowanych ze środków programu Unii Europejskiej Phare.

Celem Agencji jest udział w realizacji programów rozwoju gospodarki, w szczególności w zakresie wspierania rozwoju małych i średnich przedsiębiorstw, eksportu oraz spójności społeczno-gospodarczej kraju.

Działania Polskiej Agencji Rozwoju Przedsiębiorczości wyznaczają priorytety określone w „Kierunkach działań Rządu wobec małych i średnich przedsiębiorstw do 2002 roku”. Ponadto Agencja działa zgodnie z istotnymi dla rozwoju MSP zapisami w dokumentach rządowych takich jak: „Narodowa strategia rozwoju regionalnego 2001—2006”, „Program wsparcia na lata 2001—2006”, „Narodowy program przygotowania do członkostwa”, „Wstępny narodowy plan rozwoju”, „Ocena sytuacji i propozycje działań dla polepszenia sytuacji w handlu zagranicznym Polski”, „Program rozwoju handlu wewnętrznego do 2003 roku”.

Agencja pełni dwie podstawowe funkcje [W. Dzierżanowski, A. Tokaj-Krzewska (red.) 2002, s. 168]:

- rządowej agencji do spraw rozwoju przedsiębiorczości, realizującej zadania wynikające z polityki państwa wobec MSP oraz polityki rozwoju gospodarki, w zakresie rozwoju przedsiębiorczości, małych i średnich przedsiębiorstw, promocji gospodarki i wspierania eksportu oraz wspierania osiągania celów spójności gospodarczej i społecznej regionów, zwłaszcza w kontekście integracji z UE,

- jednostki wdrażającej programy Phare, za które odpowiedzialny jest minister właściwy do spraw gospodarki, a także inni właściwi ministrowie, zwłaszcza w zakresie rozwoju sektora małych i średnich przedsiębiorstw, modernizacji i restrukturyzacji gospodarki oraz przedsiębiorczości i rozwoju zasobów ludzkich w programach spójności gospodarczej i społecznej.

Główne programy i zadania realizowane przez Polską Agencję Rozwoju Przedsiębiorczości [W. Dzierżanowski, A. Tokaj-Krzewska (red.) 2002, s. 169] to:

— zadania określone w dokumencie „Kierunki działań Rządu wobec małych i średnich przedsiębiorstw do 2002 roku” oraz w Rozporządzeniu Rady Ministrów z 20 marca 2001 roku w sprawie szczegółowych zadań Polskiej Agencji Rozwoju Przedsiębiorczości,

— Program PL9811 INICJATYWA „Łagodzenie społecznych i regionalnych skutków restrukturyzacji górnictwa węgla kamiennego oraz hutnictwa żelaza i stali w Polsce” — Phare 1998,

— Program PL9903.01 INICJATYWA II „Łagodzenie społecznych i regionalnych skutków restrukturyzacji górnictwa węgla kamiennego oraz hutnictwa żelaza i stali oraz rozwój regionalny na Śląsku” — Phare 1999,

— PL0003.12 Program Rozwoju Eksportu — Phare 2000,

— PL0003.07 Program Rozwoju MSP — Phare 2000,

— Program Leonardo da Vinci,

— zakończenie obsługi realizacji trzech programów: Programu Rozwoju Instytucjonalnych Struktur Wspieranie Przedsiębiorczości w Polsce — STEP IFE, PL9603 Programu Promocji Eksportu MSP — EXPROM II — Phare 1996, PL9610 Programu Rozwoju Przedsiębiorczości w Polsce — STEP II — Phare 1996.

Ponadto Agencja udziela dotacji na powiększenie kapitału funduszy pożyczkowych lub funduszy poręczeniowych dla małych i średnich przedsiębiorców oraz dotacji na inicjatywy wspierające rozwój przedsiębiorczości, ze szczególnym uwzględnieniem inicjatyw skierowanych do młodzieży.

Partnerem PARP współpracującym przy wdrażaniu polityki sektorowej adresowanej do MSP w regionie są Regionalne Instytucje Finansujące, pełniące równocześnie analogiczną rolę wobec samorządowych władz regionalnych oraz wdrażające działania wynikające z realizacji strategii rozwoju regionu w obszarze dotyczącym MSP [A. Rybińska, A. Tokaj-Krzewska (red.) 2003, s. 183].

Istotną kategorią instytucji niekomercyjnych wspierających przedsiębiorczość są [G. Gęsicka (red.) 1997, s. 109]:

— centra wspierania przedsiębiorczości,

— ośrodki informacji,

— inkubatory, ośrodki innowacji i technologii,

— instytucje finansowe,

— ośrodki szkoleniowe.

Centra wspierania przedsiębiorczości są to instytucje o zasięgu lokalnym lub (rzadziej) regionalnym, które świadczą usługi doradcze, informacyjne, szkoleniowe i promocyjne, zwłaszcza dla rozpoczynających działalność gospodarczą oraz małych przedsiębiorstw, a ponadto biorą udział w tworzeniu lokalnych strategii rozwoju gospodarczego.

Ośrodki informacji świadczą usługi informacyjne przede wszystkim dla potrzeb przedsiębiorców, ale również dla władz lokalnych, partnerów gospodarczych, konsultantów.

Inkubatory przedsiębiorczości, ośrodki innowacji i technologii to instytucje, które małym przedsiębiorstwom oferują obiekty do prowadzenia działalności gospodarczej, obsługę administracyjną, niezbędne usługi doradcze o różnym zakresie, a także pomoc w dostępie do finansowania. Ośrodki innowacji i technologii służą doradztwem i informacją w zakresie wprowadzania innowacji w różnych sferach działania przedsiębiorstwa (transfer technologii, organizacja i zarządzanie, jakość i in.).

Sieć niekomercyjnych instytucji finansowych jest w Polsce dość słabo rozwinięta. Tworzą ją m.in. fundusze poręczeniowe i pożyczkowe, takie jak: Fundusz Poręczeń Kredytowych Banku Gospodarstwa Krajowego oraz Lokalne Fundusze Poręczeń Kredytowych dla Małych i Średnich Przedsiębiorstw. Fundusze pożyczkowe powstają głównie w celu finansowego wspomaganie małych przedsiębiorstw, które rozpoczynają działalność.

Ośrodki szkoleniowe zajmują się szkoleniem lub (częściej) są jednostką organizującą szkolenie.

Wsparcie MSP realizowane jest także przez organizacje skupiające przedsiębiorców. Do najbardziej reprezentatywnych należą: Konfederacja Pracodawców Polskich, Business Center Club, Krajowa Izba Gospodarcza, Polska Konfederacja Pracodawców Prywatnych, Naczelna Rada Zrzeszeń Handlu i Usług oraz Związek Rzemiosła Polskiego [A. Rybińska, A. Tokaj-Krzewska (red.) 2003, s. 184—189].

Konfederacja Pracodawców Polskich wspiera rozwój prawidłowych stosunków w sferze zatrudnienia oraz przeprowadza rozliczne szkolenia i seminaria na temat stosunków pracy i zarządzania zasobami ludzkimi. Celem jej działania jest poprawa warunków prowadzenia działalności gospodarczej oraz podniesienie jakości otoczenia instytucjonalnego. Wspólnie z Polską Agencją Informacyjną S.A. wydaje biuletyn „EuroBiznes”, zawierający informacje niezbędne do prowadzenia działalności gospodarczej, zwłaszcza przez małych i średnich przedsiębiorców.

Business Center Club istnieje od 1991 roku. Jego zadaniem jest wspieranie oraz integracja środowiska przedsiębiorców. Klub promuje firmy członkowskie w kraju i za granicą, pozyskuje dla nich nowych kontrahentów, prowadzi działalność szkoleniową i edukacyjną, udziela pomocy prawnej, reprezentuje przedsiębiorców w sporach z organami podatkowymi, urzędami skarbowymi i celnymi.

Krajowa Izba Gospodarcza do podstawowych funkcji zalicza: współuczestnictwo w tworzeniu polityki gospodarczej państwa i polityk sektorowych, opiniowanie założeń i projektów prawa odnoszących się do działalności gospodarczej, obronę interesów przedsiębiorców, a także popularyzację nowoczesnych metod produkcji i zarządzania.

Polska Konfederacja Pracodawców Prywatnych (PKPP) opiniuje i proponuje zmiany do najważniejszych aktów prawnych dla gospodarki takich, jak budżet, prawo pracy, wskaźniki wynagrodzeń, działanie komisji dialogu społecznego. Ponadto konfederacja uczestniczy w pracach wielu komisji sejmowych, opiniuje projekty ustaw, zgłasza poprawki do ustaw, które dotyczą działalności przedsiębiorstw, regulacji rynku podatkowego i rynku pracy oraz ma bezpośredni wpływ na najważniejsze ustawy dla całej gospodarki i finansów publicznych. PKPP uczestniczyła również w pracach instytucji negocjujących przystąpienie Polski do Unii Europejskiej, wspiera codzienną działalność gospodarczą członków, między innymi przez doradztwo, organizację szkoleń i interwencję w sprawach bieżących problemów pracodawców.

Naczelna Rada Zrzeszeń Handlu i Usług (NRZHiU) jest organizacją samorządu zawodowego kupców, gastronomików i usługodawców, tworzących małe i średnie przedsiębiorstwa. Naczelna Rada zajmuje się reprezentowaniem środowiska kupieckiego i MSP wobec parlamentu, rządu, terenowej administracji publicznej i gospodarczej samorządu terytorialnego oraz krajowych i regionalnych organizacji samorządu gospodarczego. Przygotowuje ona swoich członków do prowadzenia działalności gospodarczej w UE, informuje na bieżąco o zmieniającym się ustawodawstwie unijnym, jak również o szkoleniach, konferencjach, dotacjach i programach wspomagających dostosowanie polskiej firmy do warunków Jednolitego Rynku.

Związek Rzemiosła Polskiego (ZRP) to ogólnopolska społeczno-zawodowa i gospodarcza organizacja samorządu rzemiosła, działająca od 1933 roku. Podstawowym zadaniem ZRP jest rozwijanie działalności gospodarczej i społeczno-kulturalnej rzemiosła i małej przedsiębiorczości, udzielanie wszechstronnego wsparcia oraz ochrony prawnej, a także reprezentowanie interesów rzemiosła i małej przedsiębiorczości w kraju i za granicą.

Efektom wsparcia sektora MSP w Polsce jest powstawanie każdego roku kilku tysięcy nowych przedsiębiorstw oraz kilkudziesięciu tysięcy nowych miejsc pracy. Dla wielu początkujących przedsiębiorców programy wsparcia stanowią jedyną możliwość zaistnienia na rynku i dynamicznego rozwoju. Jednak z przeprowadzonych w Polsce badań w sektorze małych i średnich przedsiębiorstw wynika, że źródłem finansowania ich działalności są środki własne stanowiące 50—90% niezbędnych środków i z trudem wystarczają do prowadzenia działalności. Brakujące środki MSP uzupełnia się w różny sposób, np.: środkami od kontrahentów, poprzez pożyczki lub dopłaty od wspólników, wydłużone okresy płatności. Tylko w niewielkim stopniu MSP korzystają z kredytów bankowych. Z badań wynika, że aż 36% firm nie ma powiązania z żadnym bankiem i nie korzysta z jakiegokolwiek wsparcia.

3. Formy pomocy małym i średnim przedsiębiorstwom w wybranych krajach Unii Europejskiej

Warunki i zasady prowadzenia działalności gospodarczej w krajach UE uregulowane są w Traktacie Rzymskim (Traktat o utworzeniu Europejskiej Wspólnoty Gospodarczej i Eurotomu) z 25 marca 1957 roku, znowelizowanym przez Jednolity Akt Europejski przyjęty w Luksemburgu i Brukseli (9 września 1985 — 27 stycznia 1986), następnie przez Traktat z Maastricht z 7 lutego 1992 oraz Traktat Amsterdamski z 2 października 1997 i Traktat Nicejski (7—11 grudnia 2000). Zgodnie z tymi traktatami w UE obowiązuje zasada swobody prowadzenia działalności gospodarczej przez obywatela jednego z państw członkowskich na terytorium każdego z państw znajdujących się w strukturach Unii Europejskiej. Ta sama zasada dotyczy również osób prawnych. Warunki rejestracji, ewidencji, uzyskania zezwoleń, koncesji, licencji, szczegółowe regulacje dotyczące poszczególnych rodzajów działalności mające charakter prawodawstwa unijnego (obowiązującego wszystkie kraje członkowskie) zawarte są w dyrektywach. Oprócz prawa wspólnotowego mają zastosowanie także systemy prawa narodowego każdego z państw unijnych. W praktyce funkcjonuje więc dualny system prawny, stanowiący pewne utrudnienie i jednocześnie wyzwanie dla procesu harmonizacji prawa oraz postulowanych przez państwa członkowskie tendencji do upraszczania prawno-administracyjnych uwarunkowań podejmowania i prowadzenia działalności gospodarczej [A. Rybińska, A. Tokaj-Krzewska (red.) 2003, s. 132].

Instrumenty wspierania przedsiębiorczości w krajach UE w znacznej mierze są elementem specjalnych programów i specjalnie powołanych do tego celu organizacji lub funkcjonujących w tych krajach banków państwowych czy komercyjnych.

W Wielkiej Brytanii istnieje szereg programów mających na celu poprawę dostępu małych i średnich firm do źródeł finansowania. Do podstawowych programów należą [B. Piasecki (red.), *Warunki...*, 2001, s. 143]:

1) Program Gwarancji Kredytowych (LGS), tj. program rządu centralnego, uruchomiony w roku 1981 i mający na celu ułatwienie podaży kapitału dla tych małych firm, które mają szansę na sukces, lecz nie mają dostępu do kapitału zewnętrznego (nie mają odpowiedniego zabezpieczenia lub na tyle długiego okresu działania, że sama reputacja firmy mogłaby stanowić zwyczajowo przyjętą gwarancję dla kredytu bankowego). LGS jest zaprojektowane jako „ostatnia deska ratunku”, redukująca ryzyko udzielania kredytu MSP. W programie uczestniczy określona liczba instytucji kredytowych (głównie banków). Do ich zadań należy sprawdzenie wiarygodności wnioskodawcy i ocena biznes planu oraz skierowanie pozytywnie ocenionego wniosku kredytowego dalej do Departamentu Handlu i Przemysłu.

W ciągu dotychczasowego okresu funkcjonowania warunki LGS podlegały częstym modyfikacjom. Aktualnie gwarancje udzielane są na okres 2—10 lat dla

kredytów w wysokości od 5 000 GBP do 100 000 GBP, gwarancja obejmuje 70% kredytu, kredytobiorcy uiszczają opłatę w wysokości 1,5% niespłaconego kredytu, a w programie mogą uczestniczyć w zasadzie wszystkie firmy osiągające roczne obroty poniżej 3 mln GBP. Program Gwarancji Kredytowych stanowi przykład polityki interwencyjnej, mającej na celu ochronę firm przed niepowodzeniem rynkowym. Innymi słowy, firmy doświadczają niekorzyści związanych z ich wielkością, która wpływa na dostęp do rynków finansowych; interwencja jest w tej sytuacji uzasadniona jako próba zapobieżenia niepowodzeniu firmy.

2) Program Inwestycyjny Przedsiębiorstw (PIP) to program, który został wprowadzony w roku 1993 i jego celem jest zwiększenie podaży kapitału własnego oraz zachęcenie „mecenatów” i nieformalnych inwestorów do inwestowania w małe przedsiębiorstwa nie notowane na giełdzie. PIP oferuje inwestorom zewnętrzną ulgę w podatku dochodowym (w wysokości 20%) do wysokości 100 000 GBP inwestycji w akcje zwykłe spółek nie notowanych na giełdzie. Akcje muszą być trzymane przez okres 5 lat, o ile przedsiębiorstwo nie zostanie wcześniej zlikwidowane, w przeciwnym przypadku ulga będzie wycofana lub zmniejszona. Zyski uzyskane ze sprzedaży po 5 latach akcji nie są obciążone podatkiem dochodowym, co więcej, ewentualne straty mogą być odliczane od podatku. Warunkiem uczestnictwa w PIP jest prowadzenie działalności na terenie Wielkiej Brytanii (w całości lub w dużej mierze) przez okres minimum 3 lat od daty emisji akcji (co nie oznacza, że ewentualni uczestnicy programu muszą być rezydentami lub firmami zarejestrowanymi w Wielkiej Brytanii). Przedsiębiorstwa spełniające warunki programu mogą otrzymać tą drogą 1 mln GBP rocznie.

Oprócz tych dwóch programów istnieje szereg innych, rozwijanych na szczeblu lokalnym lub centralnym i kierujących pomoc do firm z określonych regionów (np. obszary szczególnego wsparcia) lub rodzaju działania (np. innowacje i technologie).

W Niemczech finansowe wsparcie MSP leży w gestii działań definiowanych i podejmowanych przez Bundesministerium für Wirtschaft (BMW). Finansowe wsparcie procesów założycielskich jest przedmiotem nie tylko polityki wobec MSP, lecz wbudowane jest także w politykę regionalną, politykę proinnowacyjną, eksportową itd. W ramach programów przygotowanych przez BMW na szczególną uwagę w tym względzie zasługują [B. Piasecki (red.), *Warunki...*, 2001, s. 144]:

1) ERP — Regionalprogramm, którego celem jest zmiana struktury gospodarczej określonych regionów (pożyczki dla małych firm zlokalizowanych w wybranych regionach);

2) ERP — Beteiligungsprogramm; program ten umożliwi prywatnym organizacjom wniesienie udziałów kapitałowych do małych firm, w tym również nowo zakładanych;

3) Ergänzungsprogramm I der Deutschen Ausgleichbank (pożyczki między innymi na nowouruchomienia);

4) Bürgschaften von Kreditgemeinschaften; pożyczki udzielane między innymi na uruchomienie nowej firmy, gwarantowane przez rząd centralny i rządy poszczególnych landów.

Linie kredytowe i pożyczkowe uruchamiane za pośrednictwem ERP Sondervermögen, Kreditanstalt für Wiederaufbau i Deutsche Ausgleichbank. Są to niekomercyjne instytucje państwowe, zasilane zarówno z budżetu, jak i z krajowego i międzynarodowego rynku kapitałowego, udzielające kredytów i pożyczek według obniżonej stopy procentowej. Instytucje te kierują swoją ofertę do wszystkich podmiotów gospodarczych, choć wychodzi się z założenia, że pomoc taka jest szczególnie potrzebna MSP narażonym (ze względu na skalę swojej działalności) na pewne niekorzyści konkurencyjne. W ramach pomocy dla MSP dużą wagę przykładają się do pomocy udzielanej w sprawach najbardziej problemowych, do których należą między innymi nowe uruchomienia.

We Włoszech bezpośrednią pomoc finansową sektorowi MSP umożliwiło powołanie specjalnych banków: Mediocredito Centrale i Mediocrediti Regionali, których funkcją jest finansowanie rozwoju małych i średnich przedsiębiorstw. Mediocredito Centrale i Mediocrediti Regionali, pozyskując depozyty ludności i przedsiębiorstw, udzielają kredytów małym i średnim przedsiębiorstwom na korzystnych warunkach [A. Surdej 2000, s. 56—58].

Rząd włoski próbuje poprawiać warunki finansowania małych i średnich przedsiębiorstw poprzez promowanie funduszy poręczeń wzajemnych. Celem tych funduszy jest zwiększenie dostępu do kredytów i pożyczek oraz zmniejszenie premii od ryzyka poprzez wzajemne gwarantowanie długu przez należące do funduszu przedsiębiorstwa.

Problemem we Włoszech jest wysoki stopień uzależnienia inwestycji przedsiębiorstw od możliwości samofinansowania i od kredytu bankowego. Na skutek zbyt małego napływu kapitału wysokiego ryzyka, włoskie małe i średnie przedsiębiorstwa nie mogą wykorzystać wszystkich szans przyspieszenia swojego rozwoju.

Częściową odpowiedzią na te problemy MSP jest stworzenie specjalnej giełdy. Idea giełd dla małych i średnich przedsiębiorstw polega na szukaniu kapitału podwyższonego ryzyka i funduszy osób prywatnych, które mogłyby zostać zużyte na rozwój tych przedsiębiorstw. Koszty publicznej emisji i publicznych notowań są obniżone poprzez zmniejszenie wymagań formalnych wobec MSP. Głównym problemem, który pomysłodawcy specjalnych giełd dla MSP muszą rozwiązać, jest problem płynności akcji tych przedsiębiorstw. Zapewnienie wysokiego stopnia płynności akcji jest warunkiem znalezienia wystarczającej ilości chętnych do uczestniczenia w takim rynku.

We Włoszech w połowie lat osiemdziesiątych stworzono specjalny rynek notowań udziałów kapitałowych małych i średnich przedsiębiorstw (METIM). Służy on znajdowaniu zewnętrznych inwestorów, a następnie zajmuje się wtórnym obrotem akcjami już na obszarze całego kraju poprzez system elektronicznych notowań i elektronicznego obrotu akcjami.

W Portugalii większość działań wspierających MSP prowadzona jest przez Instituto de Apoio as Pequenas e Médias Empresas e ao Investimento (IAPMEI). Jest to instytut utworzony w roku 1975, będący organem publicznym podporządkowanym Ministerstwu Przemysłu i Energetyki. IAPMEI udostępnia małym firmom pomoc finansową przeznaczoną na uruchomienie działalności gospodarczej, modernizację zakładu i zmianę jego siedziby (z regionów przemysłowych do regionów peryferyjnych). Pożyczki dla powstających firm według obniżonej stopy procentowej świadczy także Banco de Fomento Nacional. Z pożyczek korzystniej oprocentowanych można także korzystać we wszystkich prywatnych bankach, które uruchamiają linie kredytowe Europejskiego Banku Inwestycyjnego. Pomoc finansowa świadczona jest także poprzez różne programy regionalne finansowane w całości przez Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego [B. Piasecki (red.) *Warunki...*, 2001, s. 145].

W Grecji najważniejszą instytucją wspierającą MSP jest EOMMEX, organizacja państwowa powołana do życia w roku 1977 i zrzeszająca małe oraz średnie przedsiębiorstwa przemysłowe i rzemiosło. Organizacyjnie podporządkowana jest Ministerstwu Przemysłu Badań i Technologii. Pomoc kredytowa na nowe uruchomienia może być uzyskana z każdego greckiego banku komercyjnego, a każdy bank komercyjny jest zobligowany do udostępnienia na potrzeby kredytowe MSP łącznie 10% swoich depozytów. Kredyty te mogą być udzielane według obniżonej stopy procentowej.

Generalnym celem wielu nowych inicjatyw jest przepływ kapitału prywatnego do MSP w formie gwarancji. Te rozwiązania zakładają istnienie wtórnego rynku z udziałem małych firm oraz utworzonych gwarancji. Sytuacja przedstawia się inaczej, jeśli chodzi o nowe lub zmodyfikowane programy skierowane na ułatwienie powstawania firm. Chociaż stosowane instrumenty (w głównej mierze subsydiowane pożyczki, gwarancje i zasilenia) nie są nowe, szereg krajów rozszerza zakres wsparcia procesów założycielskich. Takie instrumenty są dostępne np. w Grecji; tym przedsiębiorcom, którzy nie są w stanie w pełni sfinansować powstania firmy oferuje się zasilenie w wysokości do 159 700 Euro. Również inne niż finansowe wsparcie procesów założycielskich działania oferują zasilanie finansowe MSP. Najczęściej są one związane z określonymi sektorami lub typami działalności gospodarczej, dlatego nie są dostępne dla wszystkich MSP. Wspólne dla MSP instrumenty to: dostęp do kapitału ryzyka i kapitału udziałowego, subwencje i granty oraz gwarancje kredytowe. W Portugalii założono fundusz gwarancyjny skierowany do firm nie posiadających zabezpieczenia kredytu. Gwarantuje on 25—50% kwoty kredytu nie pokrytej zabezpieczeniem. Rząd grecki aktualnie stwarza nowe ramy instytucjonalne dla działalności kapitału udziałowego i kapitału założycielskiego, co uzupełnia istniejącą ofertę subsydiowania odsetek od kredytu dla różnych rodzajów inwestycji i subwencji do prywatnych inwestycji MSP.

Sektor MSP jest uważany w UE za główną siłę promującą konkurencyjność przemysłu wspólnotowego [A. Rybińska, A. Tokaj-Krzewska (red.) 2003, s. 133].

W czerwcu 2000 roku podczas spotkania Rady Europejskiej w Portugalii przyjęto dokument *European Charter for Small Enterprises* (Europejska Karta Małych Przedsiębiorstw), określający główne zasady polityki UE wobec małych przedsiębiorstw na najbliższe lata. Wśród podstawowych kierunków planowanych działań na rzecz rozwoju tego sektora wskazano przede wszystkim na rozwój edukacji i szkoleń z zakresu przedsiębiorczości, tańszy i szybszy proces rejestracji firm, uproszczenie regulacji prawnych, rozwój kształcenia zawodowego i ustawicznego, poprawę dostępności usług elektronicznych, polepszenie funkcjonowania firm na Jednolitym Rynku Unii Europejskiej, uproszczenie systemu podatkowego i poprawę dostępności do źródeł finansowania, poprawę systemu nowych technologii, promocję skutecznych przedsięwzięć w dziedzinie e-biznesu i wysokiej jakości systemu wspierania firm oraz lepszą reprezentację interesów przedsiębiorców na szczeblu krajowym i unijnym.

4. Podsumowanie

Dzięki przystąpieniu Polski do Unii Europejskiej znacznie rozszerzyła się dostępność małych i średnich przedsiębiorstw do programów wspólnotowych. W okresie przedakcesyjnym niektóre programy wspierające sektor MSP były już dostępne dla Polski. Przykładami są Wieloletni Program na Rzecz Przedsiębiorstw i Przedsiębiorczości 2001—2005 oraz VI Program Ramowych Badań, Rozwoju Technicznego i Prezentacji UE i wiele innych.

Wraz z akcesją Polska może uczestniczyć w programach, do których wcześniej nie mogły aplikować polskie podmioty, np: ETF start-up facility (ułatwiający dostęp do funduszy venture capital dla innowacyjnych przedsiębiorstw będących w początkowej fazie rozwoju), Joint European Venture (realizujący wspólne przedsięwzięcia MSP z przedsiębiorstwami z krajów należących do Europejskiego Obszaru Gospodarczego), czy też I-TECH (zajmujący się kapitalizacją funduszy venture capital).

Członkostwo Polski w Unii Europejskiej oznacza więc wyraźne zwiększenie pomocy UE dla naszego kraju. Wraz z wejściem do UE możliwe stało się korzystanie z programów finansowanych z funduszy strukturalnych oraz funduszu spójności, zwiększyła się także dostępność do programów wspólnotowych.

Bibliografia

- Dzierżanowski W., Stachowiak M. (red.), *Raport o stanie sektora MSP w Polsce w latach 1999—2000*, PARP, Warszawa 2001.
- Dzierżanowski W., Tokaj-Krzewska A. (red.), *Raport o stanie sektora MSP w Polsce w latach 2000—2001*, PARP, Warszawa 2002.
- Gęsicka G. (red.), *Stan sektora MSP w Polsce, Raport za lata 1995—1996*, PFPiRMiŚP, Warszawa 1997.

- Jankiewicz J., *Wspieranie innowacyjności przez Unię Europejską*, Wydawnictwo Adam Marszałek, Toruń 2002.
- Piasecki B. (red.), *Ekonomika i zarządzanie małą firmą*, PWN, Warszawa — Łódź 2001.
- Piasecki B. (red.), *Warunki prowadzenia działalności gospodarczej przez MSP w Polsce i krajach Unii Europejskiej*, PARP, Warszawa 2001.
- Rybińska A., Tokaj-Krzewska A. (red.), *Raport o stanie sektora MSP w Polsce w latach 2001—2002*, PARP, Warszawa 2003.
- Schuttenbach L., *Sektor małych i średnich przedsiębiorstw w Republice Federalnej Niemiec*, PFPiRMiŚP, Warszawa 2000.
- Surdej A., *Polityka państwa wobec sektora małych i średnich przedsiębiorstw we Włoszech*, PFPiRMiŚP, Warszawa 2000.
- Ulman M., *Wspieranie rozwoju małych i średnich przedsiębiorstw ze środków funduszy pożyczkowych*, PARP, Warszawa 2002.

Podejmowanie decyzji personalnych

1. Istota i identyfikacja problemu personalnego

Przystępując do określenia istoty problemu personalnego, warto najpierw wyjaśnić, co rozumie się przez problem w ogóle. Problem ten należy wiązać (kojarzyć) z określoną przeszkodą, trudnością, wynikającą z niewiedzy o danym fragmencie rzeczywistości. Niewiedza ta może dotyczyć bądź kwestii poznawczych, związanych z samą istotą owego fragmentu rzeczywistości, bądź też kwestii metodycznych, tzn. odnoszących się do rozwiązania, pokonania wspomnianej trudności [J. Orczyk (red.) 1992, s. 39]. Istotę problemu w ogóle stanowi splot trzech elementów, którymi są:

— sprzeczność między pożądanym a rzeczywistym stanem określonego przedmiotu, np. zjawiska, procesu [R. E. Shannon 1975, s. 112; J. Orczyk (red.) 1992, s. 39],

— usunięcie niepożądaney sprzeczności,

— podjęcie wcześniej wysiłku poznawczego, którego wymaga wykonanie przez podmiot powyższego zadania.

Dokonując przedmiotowej klasyfikacji problemów w ogóle, można wyróżnić szczególnie ich przypadek, jakim jest problem personalny (kadrowy). Kryterium owej klasyfikacji stanowi dziedzina, której dotyczą decyzje i działania, jakie należy podjąć w celu realizacji danego zadania. Do zadań personalnych zalicza się te, których wykonanie wymaga decyzji lub działań odnoszących się do personelu (kadr), czyli wchodzące w zakres zarządzania personelem (kadrami)¹, są one podstawowymi kryteriami identyfikacji danego problemu i jego zaklasyfikowania jako problem personalny. Należy do nich — najogólniej biorąc — kształtowanie kompetencji personelu do sprawnej realizacji zadań przedsiębiorstwa.

Do głównych cech problemu personalnego (kadrowego) zalicza się [J. Orczyk (red.) 1992, s. 39]:

— bezpośredni związek z personelem,

¹ Zadania te zostały najszerzej omówione w pracy M. Armstronga, *Zarządzanie zasobami ludzkimi*, Dom Wydawniczy ABC, Kraków 2000. Warto nadmienić, iż w niniejszym artykule zamiennie używa się terminów: zarządzanie kadrami, zarządzanie personelem i zarządzanie zasobami ludzkimi, uznając to ostatnie za termin najszerzy i najnowszy.

— bezpośrednio lub pośrednio odniesienia do podmiotowej roli personelu oraz

— umiejscowienie w sferze zarządzania personelem w przedsiębiorstwie.

Reasumując powyższe rozważania można stwierdzić, że problem personalny to każda trudność związana z podmiotową rolą zasobów ludzkich w przedsiębiorstwie, pojawiająca się w jego sferze personalnej, czy z punktu widzenia celów zarządzania personelem, której rozwiązanie ma wpływ na osiągnięcie owych celów.

Źródłem problemów personalnych — jak wspomniano — są zadania realizowane w obszarze funkcji personalnej przedsiębiorstwa, określanej wspólnie mianem zarządzania personelem lub zarządzania zasobami ludzkimi. Owo zarządzanie jest procesem składającym się z logicznie ze sobą powiązanych czynności (szczegółowych zadań personalnych), ukierunkowanych na zapewnienie organizacji w określonych miejscu i czasie wymaganej liczby pracowników o odpowiednich kompetencjach oraz tworzenie warunków stymulujących efektywne zachowania zatrudnionego personelu zgodnie z nadrzędnym celem przedsiębiorstwa [A. Poczowski 1998, s. 28].

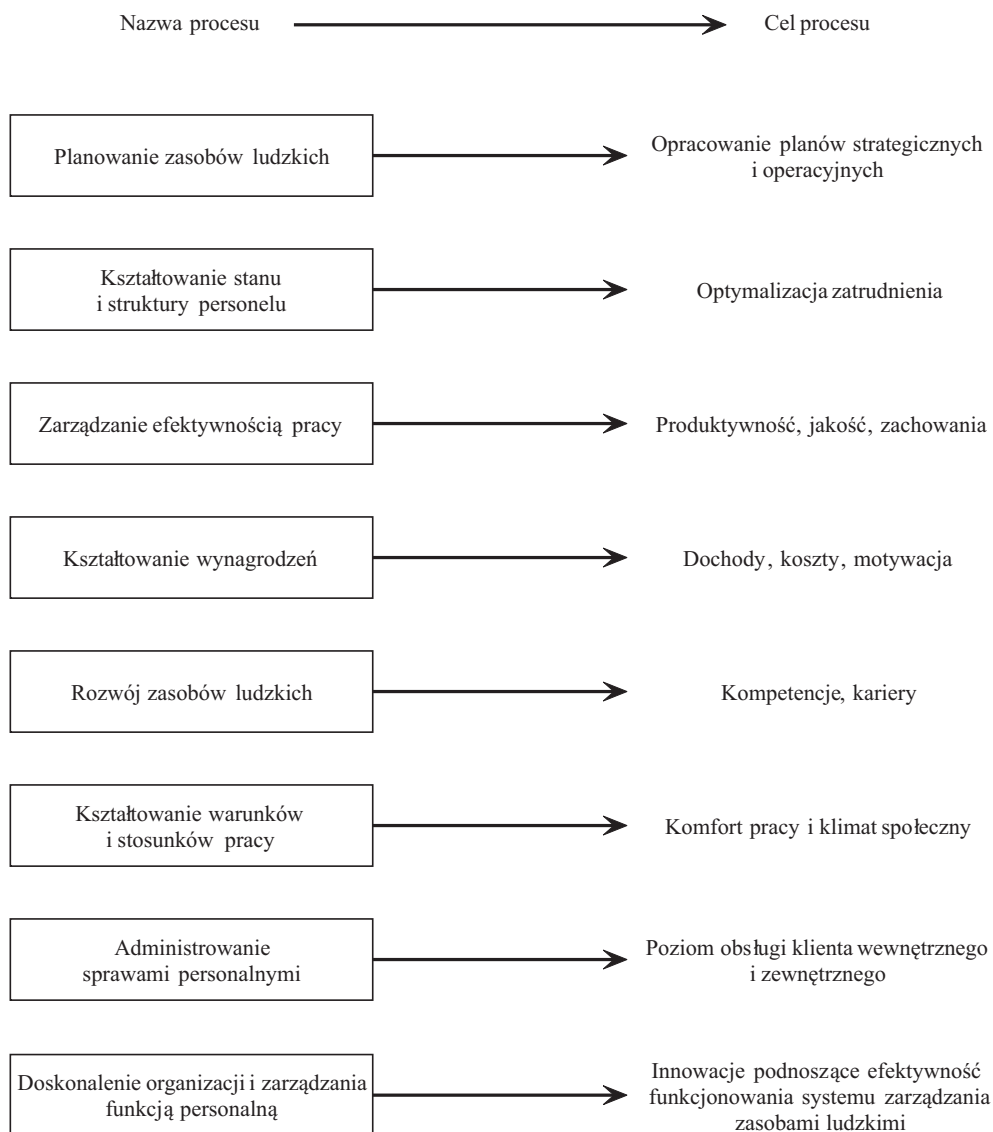
Zarządzanie personelem posiada swój wymiar funkcjonalny, instytucjonalny i instrumentalny. W wymiarze funkcjonalnym obejmuje ono organizowanie poszczególnych zadań i czynności w procesy osiągania celów w sferze personalnej (zob. rysunek 1). W wymiarze instytucjonalnym odnosi się do określenia ról i kompetencji podmiotów uprawnionych do podejmowania decyzji personalnych oraz wzajemnych powiązań między nimi. Z kolei w wymiarze instrumentalnym dotyczy doboru właściwych metod i technik rozwiązywania problemów personalnych.

W nowoczesnym ujęciu zarządzanie personelem jest rozpatrywane w kontekście strategii, struktury i kultury organizacji, jej zmiennego otoczenia zewnętrznego oraz praktykowane nie tylko na poziomie operacyjnym, lecz również strategicznym. Na poziomie operacyjnym zarządzanie personelem sprowadza się do efektywnego prowadzenia bieżących działań związanych z planowaniem zatrudnienia, rekrutacją i derekrutacją personelu, kierowaniem pracą zespołów, ocenianiem, wynagradzaniem i szkoleniem pracowników oraz sterowaniem produktywnością i kosztami pracy. Ważnym zadaniem na tym poziomie zarządzania jest również monitoring istniejącego w danym przedsiębiorstwie systemu personalnego i jego usprawnianie. Natomiast na poziomie strategicznym zarządzanie personelem polega na antycypowaniu przyszłego kapitału ludzkiego organizacji, umożliwiającego osiągnięcie przewagi konkurencyjnej przez dostarczanie wartości interesariuszom, a następnie tworzeniu programów służących osiągnięciu założonych celów [A. Poczowski 2003, s. 37 i 38].

Problemy personalne mogą być związane z każdym wymiarem i poziomem zarządzania personelem w przedsiębiorstwie. Warto dodać, że przy ich identyfikowaniu i rozwiązywaniu należy brać również pod uwagę wiele czynników, oddziałujących zarówno na treść formułowanych zadań szczegółowych oraz pod-

Rysunek 1

Procesy personalne.



Źródło: [A. Pochtowski 2003, s. 40].

stawowe procesy, kształt organizacyjny funkcji personalnej, jak i na stosowane w jej obszarze techniki. Ogół tych czynników dzieli się na te, które występują wewnątrz firmy, tworząc kontekst wewnętrzny funkcji personalnej, oraz te, które znajdują się na zewnątrz organizacji, stanowiąc jej otoczenie podmiotowe i makrootoczenie.

Kontekst wewnętrzny funkcji personalnej tworzą interesariusze działający w różnych komórkach organizacyjnych przedsiębiorstwa, m.in. w sferze produkcji, logistyki czy finansów. Są oni klientami wewnętrznymi, zgłaszającymi popyt na usługi świadczone w ramach funkcji personalnej. Oprócz wspomnianych interesariuszy, wewnętrzny kontekst zarządzania personelem wyznaczają: strategia przedsiębiorstwa, jego struktura i kultura organizacyjna. Zapewnienie spójności między tymi podstawowymi wyznacznikami, z jednej strony, a zarządzaniem personelem, z drugiej, jest jednym z najistotniejszych warunków efektywnego zarządzania personelem oraz pośrednio zarządzania całym przedsiębiorstwem [A. Poczowski 2003, s. 51].

Otoczenie zewnętrzne funkcji personalnej tworzą interesariusze działający na zewnątrz przedsiębiorstwa, w szczególności podmioty i instytucje związane z rynkiem pracy, oraz czynniki makrootoczenia o charakterze demograficznym, technicznym, ekonomicznym, prawnym, społeczno-kulturowym i ekologicznym. Obecnie czynnikiem wywierającym coraz większy wpływ na strategię, procesy i metody zarządzania personelem w przedsiębiorstwie jest postępująca globalizacja [A. Armstrong 2000, s. 30–32; A. Poczowski 2003, s. 51 i nast.].

Zidentyfikowanie i rozwiązanie jakiegokolwiek problemu personalnego (kadrowego), jako wyraz usunięcia przeszkody w sprawnym funkcjonowaniu organizacji, wymaga podjęcia odpowiedniej decyzji.

2. Typologia decyzji personalnych

Encyklopedia organizacji i zarządzania [1981, s. 87] podaje, że termin decyzja (postanowienie, rozstrzygnięcie) oznacza wybór rozwiązania jakiegoś problemu. W literaturze poświęconej problematyce decyzji tłumaczy się ich istotę w kategoriach: rezultatywnej i czynnościowej [S. Sokołowska 2000, s. 125 i 126].

W kategorii rezultatywnej decyzję pojmuje się jako swoiste przeżycie psychiczne – stanowczy akt wyboru celu lub sposobu działania, pożądanego z punktu widzenia systemu, w ramach którego wybór ten jest dokonany, przy czym aktowi wyboru są lub nie są stawiane określone wymagania. Natomiast w kategorii czynnościowej decyzja jest rozumiana jako szczególnego rodzaju aktywność ludzi, wyrażająca się w poszukiwaniu takich rozwiązań powstających problemów, które mogą zapewnić realizację zamierzonych celów systemu.

Z punktu widzenia sprawności przebiegu procesu decyzyjnego i jakości jego końcowego rezultatu, czyli decyzji, istotne znaczenie ma uświadomienie sobie, z jakim rodzajem problemu decyzyjnego ma się do czynienia. Od rodzaju proble-

Tabela 1

Wielokryterialna typologia decyzji wg J. Gościńskiego

Kryteria	Decyzje		
	strategiczne	taktyczne	operacyjne
Horyzont czasu	odległy	mniej odległy	bliski
Niepewność	bardzo duża	malejąca	niewielka
Struktura	znana w małym stopniu	znana częściowo	znana całkowicie
Typ decyzji	nieprogramowalne	mieszane	programowalne
Źródła informacji	zewnętrzne	zewnętrzne i wewnętrzne	wewnętrzne

Źródło: [S. Sokołowska 2000, s. 128].

mu decyzyjnego zależy bowiem wybór sposobu jego rozwiązania, dobór metod i technik decyzyjnych oraz to, kto powinien podejmować decyzję².

W nauce organizacji i zarządzania stosuje się wiele kryteriów klasyfikacji decyzji (zob. tabela 1). Niektóre z nich da się również odnieść do decyzji personalnych (kadrowych).

Z punktu widzenia możliwości ujęcia zadania (problemu) decyzyjnego w postaci sformalizowanej wyróżnia się zadania o wyraźnej strukturze, zadania o rozmytej strukturze oraz zadania o nieokreślonej strukturze. Wszystkie te zadania (problemy) mogą wystąpić w ramach funkcji personalnej (procesu kadrowego) przedsiębiorstwa.

Możliwość formalizacji procedury decyzyjnej jest istotnym kryterium klasyfikacji problemów decyzyjnych i wiąże się z podejmowaniem decyzji programowalnych, mających charakter powtarzalny i rutynowy, bądź nieprogramowalnych, tj. jednorazowych dotyczących spraw nowych [H. A. Simon 1982, s. 77].

Jeżeli procedurę rozwiązywania zadania decyzyjnego da się przedstawić w postaci algorytmu, czyli ściśle określonego porządku (programu) działań przekształcających dane bazowe w końcowy rezultat (wybór wariantu decyzji), to zadania takie są programowalne. Cechą algorytmicznej procedury decyzyjnej jest to, że nie wymaga ona żadnego wysiłku twórczego, a co najwyżej rutynowego wysiłku umysłowego (czego oczywiście nie można odnieść do samego opracowania algorytmu, będącego procesem twórczym). Programowalne zadania decyzyjne nie stanowią zatem problemu decyzyjnego. W informatycznych systemach zarządzania decyzje programowalne przechodzą z człowieka na komputerowe urządzenie sterujące (w ten sposób przestają one być decyzjami w psychologicz-

² Kwestie podejmowania decyzji personalnych (kadrowych) bardzo szeroko przedstawia zespół autorski z AE w Poznaniu w składzie: W. Dymarski, W. Frąckiewicz, M. Piotrowski i H. Witczak w cytowanej tu wielokrotnie pracy pt.: *Zarządzanie kadrami w przedsiębiorstwie, Metody i techniki*, napisanej pod redakcją naukową J. Orczyka w 1992 roku.

nym znaczeniu). Warunkiem programowalności zadania decyzyjnego jest jego wyraźna bądź przynajmniej rozmyta struktura [J. Orczyk (red.) 1992, s. 47; S. Sokołowska 2000, s. 133].

Zadania decyzyjne, których procedury rozwiązywania nie mają postaci algorytmicznej, nazywa się z kolei nieprogramowalnymi. Ich rozwiązywanie wymaga twórczego wysiłku na różnych etapach procedury decyzyjnej. Tego typu zadania stanowią problemy decyzyjne. Kluczową rolę w ich rozwiązywaniu odgrywa intuicja i doświadczenie decydenta i jego ekspertów. Stąd też proces podejmowania tego rodzaju decyzji nie poddaje się programowaniu, ma w każdym przypadku w mniejszym lub większym stopniu niepowtarzalny charakter. Współcześnie coraz większego znaczenia w praktyce zarządzania nabierają heurystyczne metody rozwiązywania takich problemów decyzyjnych, które pozwalają określić strategię poszukiwania zadowalającego rozwiązania [J. Orczyk (red.) 1992, s. 48; S. Sokołowska 2000, s.133].

Powyższe ogólne stwierdzenia można odnieść do systemu personalnego firmy i pojawiających się w ramach realizacji tych zadań problemów decyzyjnych.

Zmierzając do zdefiniowania decyzji personalnej (kadrowej), warto podkreślić, iż sam akt dokonywania wyboru określonego sposobu działania jest uwiecznieniem pewnego złożonego procesu umożliwiającego dokonanie wspomnianego wyboru, który nazywa się procesem decyzyjnym. Czynnikiem uruchamiającym ów proces w sferze zarządzania personelem jest powstanie problemu personalnego wymagającego rozstrzygnięcia. Dochodzi do tego wówczas, gdy stwierdzony stan rzeczy jest niezgodny ze stanem pożądanym, tj. z określonym celem zarządzania personelem.

W sformalizowanych stosunkach społecznych, jakimi jest zarządzanie personelem, sam akt wyboru jako przeżycie psychiczne decydenta nie ma rozstrzygającej doniosłości, z uwagi na jego ulotność i niekontrolowalność. Stąd z reguły ma się wówczas do czynienia z uzewnętrznieniem wyboru (przeżycia) polegającym na złożeniu stosownego oświadczenia [J. Orczyk (red.) 1992, s. 41]. Oświadczenie to przybiera formę niewerbalną (gestów) albo — co zdarza się najczęściej — postać werbalną: ustną bądź pisemną (dokument).

Wspomniane sformalizowanie procesów decyzyjnych w sferze personalnej firmy jest związane z ustanowieniem odpowiednich reguł, bezpośrednio przez pracodawcę czy ustalonych w inny sposób za jego aprobatą. Reguły te tworzą określoną konwencję, stąd składanie oświadczeń określa się mianem czynności konwencjonalnych. Z reguł tych wynika również upoważnienie do dokonywania takich czynności, czyli kompetencje danego podmiotu decyzyjnego. Warto zaznaczyć, iż oświadczenia składane w przewidzianej formie również nazywa się decyzjami, choć faktycznie one tylko wyrażają już podjęte decyzje.

Autorzy definiujący decyzję personalną opierają się właśnie na powyższym znaczeniu terminu decyzja i przyjmują, że decyzja personalna (kadrowa) to czynność konwencjonalna doniosła społecznie, dotycząca ogółu warunków lub ich po-

szczególnych elementów, związanych z kształtowaniem zdolności personelu do sprawnego realizowania zadań przedsiębiorstwa [J. Orczyk (red.) 1992, s. 42].

Należy tu zaznaczyć, że działania, jakie podejmują pracodawcy w sferze personalnej, dotyczą szerszego kręgu osób niż tylko pracownicy (tj. zatrudnieni na zasadzie stosunku pracy, stanowiący personel przedsiębiorstwa), dotyczą bowiem one również: osób, co do których przewiduje się, że mogą zostać pracownikami (uczniowie, studenci, absolwenci, osoby zatrudnione u innych pracodawców); byłych pracowników (emerytów i rencistów) oraz członków rodzin pracowników czy byłych pracowników.

Decyzje personalne można podzielić według następujących kryteriów [J. Orczyk (red.) 1992, s. 42]:

- treści decyzji (oświadczenia, przeżycia),
- liczby osób podejmujących decyzje,
- podmiotów uczestniczących w podejmowaniu decyzji,
- zakresu decyzji oraz
- wpływu decyzji na relacje między pracodawcą i pracownikiem.

Szczegółową typologię decyzji personalnych obrazuje poniższe zestawienie.

Typologia decyzji personalnych

Kryteria	Decyzje
1. treść decyzji:	<ul style="list-style-type: none"> — oświadczenie wiedzy (przeżycie intelektualne), np. sporządzenie świadectwa pracy, protokołu powypadkowego, — oświadczenie uczuć (przeżycie emocjonalne), np. zgoda na urlop bezpłatny, na rozwiązanie stosunku pracy, — oświadczenie woli (przeżycie wolicjonalne), np. wnioski o urlop bezpłatny (postulatywne), polecenie wyjazdu służbowego (normatywne),
2. liczba osób podejmujących decyzję:	<ul style="list-style-type: none"> — jednoosobowe (wymierzenie pracownikowi kary porządkowej), — kolegialne (uchwała akcjonariuszy o podziale zysku),
3. podmioty uczestniczące w podejmowaniu decyzji:	<ul style="list-style-type: none"> — jednostkowe (przyznanie pracownikowi premii, awansu), — dwustronne (nawiązanie stosunku pracy, podpisanie zakładowej umowy zbiorowej),

4. zakres decyzji (normy postępowania):
 - indywidualne (umowa o pracę, zakres czynności),
 - generalne (regulamin pracy, układ zbiorowy),
5. wpływ decyzji na relacje między pracodawcą a pracownikiem (stosunki pracy):
 - czynności prawne (zawarcie umowy o pracę, rozwiązanie umowy o pracę za wypowiedzeniem),
 - polecenia (ustalenie regulaminu pracy, ustalenie pracownikowi zakresu czynności),

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [J. Orczyk (red.) 1992, s. 43 i nast.].

Biorąc pod uwagę jako kryterium liczbę alternatywnych wariantów decyzyjnych, można decyzje personalne zaklasyfikować do jednej z następujących grup [J. Orczyk (red.) 1992, s. 48]:

1. decyzje binarne, polegające na wyborze jednego z dwu przeciwstawnych wariantów (decyzje typu „tak — nie”),
2. decyzje kilkuwariantowe, czyli wybór jednego spośród niewielkiej liczby wariantów rozwiązań,
3. decyzje wielowariantowe, polegające na wyborze jednego z wielkiej liczby wariantów,
4. decyzje, które w ramach obszaru rozwiązań dopuszczalnych mogą być wariantowe w sposób ciągły, a więc mające teoretycznie rzecz biorąc nieskończoną liczbę wariantów.

Najczęściej występującym typem decyzji w praktyce zarządzania, w tym w sferze personalnej przedsiębiorstwa, są decyzje kilkuwariantowe.

3. Kryteria decyzji personalnych

Podstawowe kryteria decyzji personalnych wynikają z nadrzędnego celu zarządzania personelem, jakim jest kształtowanie kompetencji personelu do realizacji zadań przedsiębiorstwa.

Ogólnym celem przedsiębiorstwa, funkcjonującego współcześnie w bardzo złożonym i zmiennym otoczeniu, jest zaspokajanie określonych potrzeb klientów (interesariuszy).

Przedsiębiorstwo zorientowane na rozwój dąży do umocnienia swojej pozycji konkurencyjnej na rynku głównie poprzez poprawę jakości, obniżkę kosztów jednostkowych i zwiększanie oferty rynkowej, co jednocześnie prowadzi do wzrostu efektywności ekonomicznej jego działalności.

Z punktu widzenia budowania trwałej przewagi konkurencyjnej na rynku za najważniejsze uznaje się obecnie dwie sfery zasobowo-funkcjonalne przedsiębior-

stwa: sferę zatrudnienia oraz sferę organizacji i zarządzania [M. Stankiewicz 2000, s. 100—102; M. Rybak 2003, s. 13].

Skutki decyzji podejmowanych w sferze personalnej przedsiębiorstwa w sposób jednoznaczny określa harwardzki model zarządzania zasobami ludzkimi, z którego wynika, iż są to zarówno skutki bezpośrednie: efektywność, zaangażowanie, kompetencje pracowników, zgodność, jak i pośrednie (długookresowe): zadowolenie pracowników, efektywność organizacji i dobrobyt społeczny [A. Pocztowski 2003, s. 24—27].

W świetle powyższych rozważań za główne kryteria decyzji personalnych należy uznać: efektywność (wydajność) pracy i zadowolenie pracowników, czyli satysfakcję uzyskiwaną z pracy.

Warto zauważyć, że ocena znaczenia obu kryteriów zależy od punktu widzenia. Z punktu widzenia celów przedsiębiorstwa (pracodawcy) zdecydowanie przeważa aspekt sprawnościowo-rezultatowy pracy, a więc większe znaczenie ma kryterium wydajności pracy jako podstawowe źródło osiągania zysku. Satysfakcja z pracy jest wtedy jednym z głównych czynników wpływających na efekty pracy. Natomiast pracownicy wykazują skłonność do przedkładania satysfakcji z pracy nad wydajność. Z ich punktu widzenia wydajność pracy jest jednym z głównych warunków osiągnięcia zadowolenia z pracy. W praktyce potrzebne jest zatem równoważenie obu kryteriów decyzji personalnych. Równowaga ta jest możliwa wówczas, gdy w wyniku uwzględnienia obu punktów widzenia w sferze zatrudnienia personelu podejmuje się takie działania (w tym również decyzje personalne), które zapewniają dynamiczne sprzężenie zwrotne między wydajnością i satysfakcją z pracy [J. Orczyk (red.) 1992, s. 80]. Można to osiągnąć poprzez doskonalenie integracyjnych właściwości zarządzania. Właściwości te odnoszą się zarówno do skutecznych sposobów zespalandia pracowników z przedsiębiorstwem, co jest wewnętrznym problemem przedsiębiorstwa, jak i jego integrowania z otoczeniem.

Racjonalne wykorzystanie zasobów ludzkich firmy powinno polegać na kojarzeniu jej celów-potrzeb z celami-potrzebami pracowników. Następuje ono poprzez realizację szczegółowych funkcji zarządzania personelem [M. Armstrong 2000, s. 68—73; A. Szałkowski 2000, s. 30].

4. Fazy procesu decyzyjnego

Podejmowanie decyzji personalnych (kadrowych), podobnie jak wszystkich decyzji kierowniczych, wymaga określonych czynności intelektualnych i technicznych. Składają się one na fazy procesu decyzyjnego.

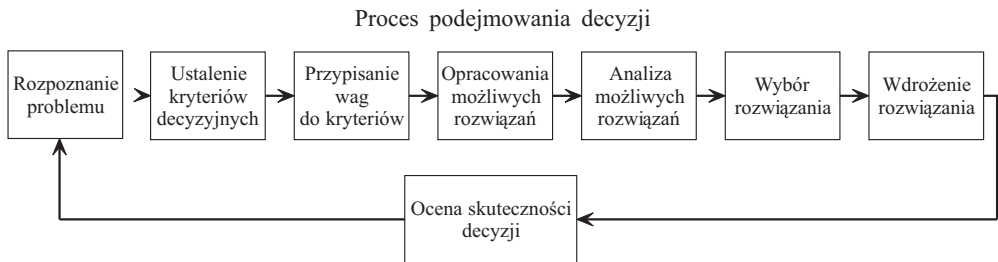
W literaturze dotyczącej podejmowania decyzji większość autorów wymienia trzy fazy procesu decyzyjnego: fazę rozpoznania, projektowania i wyboru. Są jednak autorzy wyróżniający więcej faz wspomnianego procesu. Na przykład H.A. Simon [1982, s. 64] wyróżnia cztery fazy podejmowania decyzji, choć ostatnia

z wymienionych często nie znajduje możliwości praktycznego potwierdzenia [S. Sokołowska 2000, s. 128 i nast.]:

1. wyodrębnienie sytuacji problemowej wymagającej podjęcia decyzji,
2. ustalenie możliwych sposobów postępowania,
3. wybór sposobu postępowania oraz
4. ocena dokonanego wyboru.

S.P. Robins i D.A. DeCenzo idą jeszcze dalej w uszczegółowieniu faz procesu podejmowania decyzji (zob. rysunek 2).

Rysunek 2



Źródło: [S. P. Robins, D. A. DeCenzo 2002, s. 175].

Pierwszą fazę, tzw. rozpoznania problemu, uznaje się za najważniejszą w czteretapowym bloku postępowania, wskazanym przez H.A. Simona. Wiąże się ona z ustaleniem potrzeby podjęcia decyzji, tzn. ze stwierdzeniem, odchylenia od stanu pożądanego. W pierwszej kolejności gromadzi się informacje o funkcjach danego systemu oraz o stanie faktycznym realizacji tych funkcji. Następnie ustala się przyczyny stwierdzonych odchyżeń, co pozwala zidentyfikować problem, określić jego istotę i zakres występowania, jak również sposoby i ograniczenia jego rozwiązania. W sferze personalnej (kadrowej) firmy problemem wymagającym rozwiązania może być np. pojawienie się wakatów i potrzeby obsadzenia tego stanowiska odpowiednią osobą. Przystępując do procesu selekcji kandydatów do pracy należy najpierw zgromadzić informacje o wymogach kwalifikacyjnych wolnego stanowiska pracy i o zgłaszających się kandydatach. Trzeba również określić kryteria doboru kandydatów do pracy oraz wybrać odpowiednie techniki sprawdzenia ich przydatności.

Druga faza — projektowanie — polega, ogólnie rzecz biorąc, na określeniu i ocenie możliwych rozwiązań zaistniałego problemu. Obejmuje ona następujące kroki:

1. formułowanie alternatywnych sposobów rozwiązania problemu,
2. przewidywanie możliwych skutków poszczególnych rozwiązań i
3. ocenę przewidywanych skutków za pomocą przyjętej skali wartości lub preferencji.

Trzecia faza, czyli wybór projektu, polega na porównaniu wcześniej ocenianych rozwiązań problemu i wyborze jednego wariantu, przy wzięciu pod uwagę

wszelkiego rodzaju ograniczeń. Po wyborze określonej możliwości działania następuje wprowadzenie decyzji w życie. W tej fazie procesu decyzyjnego powinno nastąpić rozwiązanie problemu. W podanym tu przykładzie ze sfery personalnej przedsiębiorstwa będzie to wybór jednego spośród kandydatów, uznanego za najlepszego i podjęcie decyzji o jego zatrudnieniu. Wówczas uzna się, że proces podejmowania decyzji został zakończony. Jednak nie zawsze tak się dzieje. Może bowiem zaistnieć sytuacja, że po dokonaniu wyboru rozwiązania pojawi się nowy problem, co spowoduje konieczność rozpoczęcia procesu decyzyjnego na nowo.

Czwartą fazą podejmowania decyzji jest ocena dokonanego wyboru. Warto zauważyć, że stwierdzenie czy podjęta decyzja była trafna, wymaga również podjęcia decyzji. Przykładowo trafność wyboru określonego kandydata i decyzji o jego zatrudnieniu w firmie mogą potwierdzić przebieg procesu jego adaptacji do pracy oraz wynik pierwszej oceny okresowej pracownika, który również oznacza podjęcie przez kierownika określonej decyzji personalnej.

Wielu autorów podkreśla, że w procesie podejmowania decyzji następuje bezustanne przenikanie się wyróżnionych jego faz, oraz że cykl, na który składają się te fazy jest w praktyce o wiele bardziej skomplikowany niż wynika to ze wskazanego wcześniej następstwa działań [S. Sokołowska 2000, s. 131]. Każda faza podejmowania konkretnych decyzji kierowniczych stanowi bowiem sama w sobie złożony proces decyzyjny i wymaga prowadzenia dodatkowych działań rozpoznawczych, a problemy rozwiązywane na danym szczeblu organizacji mogą generować nowe problemy gdzie indziej.

W kontekście przedstawionych faz procesu decyzyjnego warto podkreślić, iż najważniejszym składnikiem i efektem wdrażania decyzji personalnych jest uzyskiwanie możliwie najpełniejszej ich akceptacji ze strony pracowników. Pełna zgodność, a więc pełna akceptacja, jest głównym elementem gotowości, zdolności personelu do realizacji zadań przedsiębiorstwa. Wyrażenie zgody, akceptacji przez pracownika oznacza podjęcie przez niego własnej decyzji o stosunku do określonej decyzji personalnej podmiotu zarządzania.

Realizacja podjętej i uzgodnionej decyzji polega na wywołaniu określonych zmian personalnych. Sprawność realizacji decyzji personalnych jest pochodną: stopnia akceptacji decyzji przez personel, oporów pojawiających się w różnych sferach zarządzania w trakcie realizacji decyzji, zdolności podmiotu zarządzania do kontrolowania realizacji decyzji personalnych oraz zdolności wykonawców decyzji do samokontroli, wreszcie zdolności podmiotów zaangażowanych w realizację decyzji personalnych do ich korekty [J. Orczyk (red.) 1992, s. 64].

5. Podmioty decyzyjne

Nawiązując do istoty integracyjnego zarządzania personelem (kadrami), które — za T. Listwanem — najkrócej można określić jako zbiór działań (decyzji) odnoszących się do pracowników, a służących osiągnięciu celów organizacji (efek-

tywność, konkurencyjność) i jednocześnie zaspokojeniu potrzeb zatrudnionych w niej pracowników (ich zadowolenie, rozwój), można wskazać główne podmioty współpracujące przy realizacji zadań personalnych w przedsiębiorstwie. Układ tych podmiotów tworzą: zarząd firmy, menedżer personalny, menedżer liniowy (operacyjny), pracownik i ewentualnie organizacja związkowa [A. Poczowski 2003, s. 82—83].

Jeśli chodzi o podejmowanie decyzji personalnych, generalnie należałoby przyjąć, iż w praktyce zarządzania pozostaje ono niemal wyłącznie w gestii kierownictwa przedsiębiorstwa i ewentualnie komórek administracyjnych (sztabu) bezpośrednio go obsługujących. Inne podmioty mogą współuczestniczyć w podejmowaniu decyzji personalnych na określonych zasadach. Uprawnienia decyzyjne powinny być przy tym rozłożone pomiędzy wszystkie szczeble hierarchiczne i stanowiska kierownicze i to możliwie najbliżej miejsca, gdzie powstają problemy personalne lub też najbliżej tych miejsc, które dysponują kompletnymi informacjami o owych problemach. Warto dodać, iż wraz z rozwijaniem partycypacji pracowniczej i postępującą decentralizacją funkcji kierowniczych, co charakteryzuje nowoczesne podejście do zarządzania zasobami ludzkimi w organizacji, rośnie rola kierownictwa liniowego jako podmiotu decyzyjnego w sferze personalnej.

Przy alokacji decyzji personalnych w strukturze zarządzania przedsiębiorstwem należy brać pod uwagę [J. Orczyk (red.) 1992, s. 62]:

- wagę problemów i decyzji personalnych dla całego przedsiębiorstwa (np. niektóre rodzaje decyzji personalnych zarządu firmy — kierownictwa naczelnego — są niezbywalne, z uwagi na ich strategiczny charakter),
- wieloaspektowość problemów personalnych (często dany problem personalny przekracza możliwości jego rozwiązania przez poszczególnych kierowników),
- skutki decyzji personalnych (rozprzestrzeniające się niekiedy na całe przedsiębiorstwo),
- bezpośrednie, jak i pośrednie koszty decyzji personalnych.

Sprawowana przez kierowników liniowych funkcja personalna wymaga wcześniejszego przygotowania i wsparcia organizacyjnego. Obowiązek ten leży w kompetencjach komórek o charakterze sztabowym, zgrupowanych zwykle w jednym dziale, nazywanym w polskich firmach najczęściej działem personalnym (zasobów ludzkich) lub wcześniej służbą pracowniczą. Ogólnie biorąc, ów sztab ma do osiągnięcia dwa podstawowe cele:

1. zapewnienie wysokiej efektywności pracy,
2. zapewnienie możliwie korzystnych warunków pracy oraz optymalnych relacji między kierownictwem firmy i pracownikami, jak również między samymi pracownikami.

Komórki personalne realizują te cele przez prowadzenie dokumentacji personalnej i jej obsługę, przygotowywanie technik i narzędzi ułatwiających kierownikom liniowym sprawowanie funkcji personalnej oraz dostarczanie zarządowi (kie-

rownictwu naczelnemu) informacji na temat zarządzania kapitałem ludzkim i propozycji różnych działań w tym zakresie.

Przy formułowaniu zakresu obowiązków sztabu personalnego należy wyraźnie oddzielić jego kompetencje od uprawnień przypisanych kierownictwu przedsiębiorstwa w poszczególnych obszarach zarządzania personelem. Modelowy rozdział zadań pomiędzy tymi podmiotami przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2

Podstawowe zadania kierownictwa i sztabu personalnego w realizacji funkcji personalnej

Działania (subfunkcje)	Sztab personalny	Kierownictwo
Planowanie kadry	analiza warunków zewnętrznych i wewnętrznych firmy, analiza pracy i przygotowanie opisów stanowisk, opracowanie planów kadrowych	określenie celów, filozofii i strategii zarządzania kadrami, przyjęcie horyzontu (zakresu) planowania, akceptacja planów
Pozyskiwanie kadry	przygotowanie sposobów rekrutacji i selekcji, opracowanie narzędzi w tym zakresie, takich jak: ogłoszenia, formularze zatrudnienia, testy, kwestionariusze; bezpośrednie uczestnictwo: wywiady, sprawdzanie referencji itd.	ustalenie metod i trybu doboru, wywiady z kandydatami, decydowanie o zatrudnieniu, wprowadzenie pracownika do pracy
Rozwój kadry	przygotowanie narzędzi i procedur ocen, organizowanie doskonalenia kadr, konsultacje w sprawach rozwoju kariery, przemieszczeń i tworzenia zespołów pracowniczych	przeprowadzenie oceny pracowników, dostarczenie im informacji zwrotnej, instruowanie i doskonalenie <i>on the job</i> , decydowanie o przeniesieniu (awansie) kadry i tworzeniu zespołów
Odejścia kadry	uczestnictwo w zwolnieniach kadr, doradztwo w sprawach emerytur, rent, utrzymanie więzi z pracownikami	podejmowanie decyzji o zwolnieniach, dbałość o kulturę, rozwiązania stosunku pracy i więzi z odchodzącymi
Kontrola funkcji	przygotowanie oceny funkcji, procedura, narzędzia, metody; kontrola przestrzegania przepisów dotyczących zatrudnienia, zwolnień; gromadzenie i prowadzenie dokumentacji personalnej oraz rozwój systemu informacji personalnej	ustalenie celu, sposobu i zakresu (kryteriów) kontroli, wykorzystanie wyników oceny w podejmowaniu decyzji personalnych

Źródło: [J. Listwan 1995, s. 118].

Podstawowym podmiotem i przedmiotem funkcji personalnej we współczesnej firmie jest pracownik. W takim rozumieniu zarządzania personelem, jakie zaprezentowano wcześniej, pracownik staje się aktywnym jego podmiotem, decydującym lub współdecydującym o swoim własnym rozwoju [A. Suchodolski

1999, s. 197—198]. Byłoby wskazane, żeby mógł on wpływać na losy swojej kariery zawodowej, tzn. doskonalenie swoich kompetencji, wybór ścieżki kariery, współuczestnictwo w ocenie itp. Stąd też coraz większą wagę w praktyce zarządzania przywiązuje się do stosowania odpowiednich metod i technik (jak np. systemów motywacji i partycypacji), mających na celu jak największe zaangażowanie pracowników w rozwiązywanie problemów organizacji. Ważne staje się również inwestowanie w rozwój pracowników, ludzie są bowiem w organizacji najcenniejszym kapitałem, wymagającym z jej strony szczególnej troski.

Bibliografia

- Armstrong M., *Zarządzanie zasobami ludzkimi*, Dom Wydawniczy ABC, Kraków 2000.
- Encyklopedia organizacji i zarządzania*, PWN, Warszawa 1981.
- Listwan T., *Kształtowanie kadry menedżerskiej firmy*, Kadry, Wrocław 1995.
- Orczyk J. (red.), *Zarządzanie kadrami w przedsiębiorstwie, Metody i techniki*, Akademos, Poznań 1992.
- Pocztowski A., *Zarządzanie zasobami ludzkimi. Strategie — procesy — metody*, PWE, Warszawa 2003.
- Pocztowski A., *Zarządzanie zasobami ludzkimi, Zarys problematyki i metod*, Antykwa, Kraków 1998.
- Robbins S. P., DeCenzo D. A., *Podstawy zarządzania*, PWE, Warszawa 2002.
- Rybak M., *Budowanie potencjału konkurencyjności [w:] Kapitał ludzki a konkurencyjność przedsiębiorstw*, pod red. M. Rybak, Poltext, Warszawa 2003.
- Shannon R. E., *Systems simulation. The Art and Science*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey 1975.
- Simon H. A., *Podjęmowanie decyzji kierowniczych*. Nowe nurty, PWE, Warszawa 1982.
- Sokołowska S., *Organizacja i zarządzanie. Ujęcie teoretyczne*, Uniwersytet Opolski, Opole 2000.
- Stankiewicz M., *Istota i sposoby oceny konkurencyjności przedsiębiorstwa*, „Gospodarka Narodowa”, nr 7/8, 2000.
- Suchodolski A., *Podmioty zarządzania kadrami [w:] Zarządzanie kadrami, Podstawy teoretyczne i ćwiczenia*, pod red. T. Listwana, Wyd. AE we Wrocławiu, Wrocław 1999.
- Szałkowski A., *Personel w systemie zarządzania przedsiębiorstwem [w:] Wprowadzenie do zarządzania personelem*, pod red. A. Szałkowskiego, Wyd. AE w Krakowie, Kraków 2000.

RADOSŁAW PYREK

Specyfika informacji i jej rola w zarządzaniu przedsiębiorstwem

Wstęp

W czasach kiedy nowoczesne przedsiębiorstwa opierają się w dużej mierze na informacji, niezbędnym staje się umiejętność sprawnego pozyskiwania, definiowania i analizowania faktów oraz zdarzeń, które przekształcają się w narzędzia pomocne w zarządzaniu firmą. Takimi narzędziami są systemy informacyjne, które służą dostosowaniu funkcjonowania przedsiębiorstwa do zmiany warunków zewnętrznych i wewnętrznych. W wielu organizacjach, szczególnie uzależnionych od procesów informowania i komunikowania — działających w warunkach silnej konkurencji i co najmniej na poziomie rynku krajowego — w zarządzaniu dużego znaczenia nabiera sprawny, efektywny system informowania. Jednocześnie zarządzanie tego typu przedsiębiorstwem jest stale zorientowane na doskonalenie systemu informacyjnego. W dobie natłoku informacji i częstego braku ich logicznego umiejscowienia, czy też niewłaściwego ich powiązania, niezbędny staje się system, dzięki któremu zarządzanie firmą stałoby się sprawniejsze i efektywniejsze, dlatego też został stworzony system informacji strategicznej. Realizuje on funkcje z zakresu sprawnego pozyskiwania, gromadzenia i udostępniania informacji, pomaga nowoczesnym firmom uporządkować informację i zapewnić właściwą komunikację wewnętrzną i zewnętrzną. Gdy uwzględni się fakt, że informacja w przedsiębiorstwie jest obsługiwana przez system zarządzania, a pozostała informacja, w tym doświadczenie zawodowe czy technologiczne jest nieewidencjonowane, niechronione i nieudostępniane, to zagadnienie dobrego, zintegrowanego systemu informacji strategicznej nabiera pierwszorzędno znaczenia.

Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie, jak ważna jest informacja w procesie zarządzania organizacją, jak wiele jest dokonywanych czynności uzależnionych od dobrego i sprawnie funkcjonującego systemu informacji strategicznej. Coraz częściej można się spotkać ze stwierdzeniem, że to właśnie informacja jest cenniejsza niż kapitał. Wydaje się bowiem, że dużo więcej można osiągnąć dzięki posiadaniu właściwej informacji we właściwym czasie oraz sprawnie funkcjonującego systemu informacji strategicznej, niż dysponowaniu nawet ogromnym kapitałem, przy braku odpowiednich danych.

1. Informacja — pojęcie, rola i jej rodzaje

Efektowność zarządzania przedsiębiorstwem we współczesnym świecie jest uwarunkowana umiejętnością zastosowania posiadanych informacji, które stanowią jej zasoby (finansowe, rzeczowe, ludzkie, informacyjne). Globalizacja zarządzania sprawia, że niezbędne są również profesjonalne systemy pozwalające uzyskać dowolną informację z każdego zakątka globu. Nie istnieje jedna uznana powszechnie definicja informacji. Często rezygnuje się świadomie z jej definiowania, poprzestając na intuicyjnym, potocznym jej rozumieniu. Współcześnie naukowcy nie próbują definiować informacji dokładnie i jednoznacznie¹.

Istotne staje się rozróżnienie pojęć „informacja”, „dane”, „wiedza”, które często są utożsamiane ze sobą. Wiedzę można rozpatrywać w znaczeniu węższym jako ogół wiarygodnych informacji o rzeczywistości wraz z umiejętnością ich wykorzystywania. W społeczeństwach współczesnych wiedza w tym znaczeniu to przede wszystkim, choć nie wyłącznie, wiedza naukowa. W szerokim znaczeniu jest to wszelki zbiór informacji, poglądów, wierzeń, którym przypisuje się wartość poznawczą i praktyczną; wiedza w tym znaczeniu może nie mieć z nauką nic wspólnego, gdyż często odnosi się do zjawisk, którymi nauka w ogóle się nie zajmuje, zawiera twierdzenia jawnie z nauką sprzeczne oraz nie zakłada konieczności uzasadniania głoszonych twierdzeń za pomocą procedur uznanych w nauce. Dane dotyczą zjawisk samych w sobie, mają charakter wysoce sterylny, źródłowy oraz nieprzetworzony.

Nasuwa się więc pytanie: co to jest informacja? W artykule przyjęto, iż informacje to przeanalizowane i przetworzone do postaci zrozumiałej dane i wiadomości, które przekazywane odbiorcy powiadamią go o sytuacji i mają dla niego realną wartość w procesie decyzyjnym. Informacja jest więc pojęciem szerszym niż dane, chociaż potocznie często używa się tych określeń zamiennie.

W systemie gospodarczym pojęcie „informacja” używane jest jako równoważnik pojęć: dowolna wiadomość, decyzja, nakaz, zakaz, polecenie lub sugestia. Szczególnym, rodzajem informacji jest metainformacja [W. Flakiewicz 2002, s. 17] (jest to informacja o danej informacji, np. informacja o miejscu przechowywania informacji X). Każda informacja i metainformacja wyrażona jest zawsze w określonym języku (etnicznym, obrazowym lub dźwiękowym). Rozpatrywać ją można zarówno statycznie, jak i dynamicznie. W przypadku tej pierwszej uwagę koncentruje się na treści informacji istniejącej w danym momencie, natomiast w ujęciu dynamicznym zwracamy uwagę na jej przekaz. Przekaz ten występuje między nadawcą i odbiorcą informacji, stąd też przekazywana może być ona między maszynami, między człowiekiem a maszyną, maszyną i człowiekiem oraz między ludźmi. Biorąc pod uwagę kryterium czasu, informacja dotyczyć może

¹ Szerzej zob. A. Sopińska, *Podstawa informacyjna zarządzania strategicznego przedsiębiorstwem*, Wyd. SGH, Warszawa 1999.

przeszłości (informacja retrospektywna), stanu bieżącego (informacja bieżąca) lub czasu przyszłego (informacja prospektywna).

Każdej informacji można przypisać cechy niezależne od obserwatora, które nie zmieniają swoich wartości i są cechami stałymi. Te cechy nazwane są własnościami informacji.

Według B. Stefanowicza informacja ma następujące cechy [B. Stefanowicz 1997, s. 21]:

- informacja jest niezależna od informatora (jest obiektywna),
- te same informacje mają różne znaczenie dla różnych użytkowników (subiektywność ocen i interpretacji), zatem informacja ma dwójaki charakter: istnieje obiektywnie, lecz przez człowieka jest interpretowana subiektywnie,
- każda jednostkowa informacja opisuje obiekt tylko ze względu na jedną jego cechę,
- informacja przejawia cechę,
- informacja jest różnorodna,
- informacja jest zasobem niewyczerpywalnym,
- informacja może być powielana i przenoszona w czasie i przestrzeni,
- informację można przetwarzać, przy tym nie ulega zniszczeniu (zużyciu).

Szczególnym rodzajem informacji jest informacja ekonomiczna² [W. Flakiewicz 2002, s. 17]. Stanowi ona bowiem podzbiór informacji znakowych, typowych dla danego języka, w którym jest wyrażona, a mianowicie są nimi litery, cyfry i znaki specjalne (wzory arytmetyczne, matematyczne), a także zbiory punktów, tworzące linie proste lub krzywe (figury geometryczne, grafy) — w języku obrazowym oraz mowa i dźwięki — w języku dźwiękowym. Dlatego też informacja ma charakter multimedialny.

Informacja ekonomiczna jest informacją spełniającą przynajmniej jeden z poniższych warunków:

- jej przedmiotem są zjawiska gospodarcze,
- jej użytkownikiem (podmiotem) jest osoba fizyczna lub jednostka organizacyjna, aktywna ekonomicznie, tzn. prowadząca działalność gospodarczą jako konsument, producent lub obiekt oddziaływania o charakterze ekonomicznym na inne podmioty społeczne lub gospodarcze,
- jest wyrażona w języku gospodarczym,
- powoduje skutki o charakterze gospodarczym,
- stanowi integralną część systemu gospodarczego.

Informacja ekonomiczna zwraca szczególną uwagę na [W. Flakiewicz 2002, s. 18]:

- obiekty,

² Szerzej nt. rodzajów informacji (informacja faktograficzna, semantyczna, proceduralna, normatywna, klasyfikacyjna, strukturalna oraz informacji ekonomicznej, statystycznej, zarządczej i meta-informacji) w: B. Stefanowicz, *Informacyjne systemy zarządzania — przewodnik*, Wyd. SGH, Warszawa 1997, s. 16—25.

- własności obiektów,
- relacje międzyobiettowe,
- czas.

Główne rodzaje informacji ekonomicznych przedstawia tabela 1.

Tabela 1

Rodzaje informacji ekonomicznej

Rodzaj	Opis cech
Informacja fotograficzna	Odwzorowuje wyróżnione stany obiektów w ramach danej obserwacji (obiekty, ich cechy i ich wartości, relacje oraz czas).
Informacja techniczna	Jest to taka informacja faktograficzna, która odnosi się do obiektów technicznych (np. wyrób, surowiec, maszyna), ich cech, takich jak waga, zużycie, kolor, kształt itp.
Informacja techniczno-ekonomiczna	Jest to taka informacja faktograficzna, której obiektami są obiekty techniczne, ale ich cechami są charakterystyki ekonomiczne, np. cena, koszt wytworzenia itp.
Informacja ściśle ekonomiczna	Może mieć charakter albo mikro- albo makroekonomiczny. W pierwszym przypadku jej odniesieniem jest mikroekonomiczny system gospodarczy (np. sprzedaż w danym czasie, zadanie inwestycyjne, zysk itp.). W drugim przypadku informacja odnosi się np. do gospodarki narodowej (np. stopa inflacji).
Jednostkowa	Dotyczy konkretnego faktu tech - ekonom (np. konkretnej transakcji, osoby itp.).
Zagregowana	Opisuje zagregowane zbiory jednorodnych obiektów jednostkowych (np. ilość wytworzonych samochodów w danym czasie) lub ilość takich obiektów mających wspólną cechę (np. ilość sprzedanych samochodów określonej marki). Agregacja może wymagać algorytmów o różnym stopniu skomplikowania.

Źródło: [W. Flakiewicz 2002, s. 19].

Wszystkie wyżej wymienione rodzaje informacji ekonomicznej spełniają następujące funkcje:

- informacyjną (powiadamiają),
- decyzyjną,
- sterującą,
- modelową.

Funkcja informacyjna może wystąpić w formie potencjalnej lub użytecznej. Istotne jest, że każda informacja użyteczna jest jednocześnie informacją potencjalną, lecz nie każda informacja potencjalna ma jednocześnie cechę użyteczności. Aby informacja potencjalna mogła spełniać funkcje informacji użytecznej muszą być spełnione następujące założenia:

1. należy zdefiniować odbiorcę informacji,
2. informacja użyteczna występuje wówczas, gdy zwiększa wiedzę odbiorcy.

Natomiast funkcja decyzyjna polega na tym, że decyzja jest jedną z form informacji (informacja tworzy decyzję) oraz na tym, że dostarcza informacji niezbędnych do podjęcia decyzji. W ostatnim przypadku informacja powinna dotyczyć zarówno samego problemu decyzyjnego, jak i procedur możliwych do wykorzystania przy podejmowaniu decyzji.

Informacja strategiczna spełnia również funkcję sterującą, a mianowicie — przekazując informację chce wywołać zamienną reakcję na nią u jej odbiorcy. Inaczej mówiąc nadawca informacji stara się (z różną siłą i różnym skutkiem) wpłynąć na stanowisko innej osoby lub osób. Funkcja ta ma szczególne znaczenie w przypadku decyzji kierowniczych.

Kolejna funkcja informacji to funkcja modelowania. Wynika ona z faktu, iż system gospodarczy można ująć informacyjnie, jak i z tego, że systemu gospodarczego nie można w pełni rozpoznać, co prowadzi do jego modelowania. W praktyce najczęściej posługujemy się modelami informacyjnymi stworzonymi z informacji tekstowych, obrazowych (modele np. matematyczne, ekonomiczne) lub dźwiękowych.

2. System zarządzania i system informacyjny jako kategorie ekonomiczne

Zastosowanie współczesnego systemu informacyjnego powoduje, że użytkownik dysponuje efektywnym narzędziem do podejmowania celowego działania. Jakość systemu informacyjnego decyduje więc o jakości procesu zarządzania.

System zarządzania w organizacji można określić jako zbiór działań, które obejmują pełny cykl procesu zarządzania, a więc: planowanie i podejmowanie decyzji, organizowanie, przewodzenie, tj. kierowanie ludźmi i kontrolowanie skierowane na zasoby organizacji wykonywane z zamiarem osiągnięcia celu w sposób sprawny i skuteczny [R.W. Griffin 1996, s. 96]. Wszystkie dobrze działające systemy zarządzania mają podobne cechy i muszą planować, dokumentować, mierzyć, porównywać, opisywać i korygować.

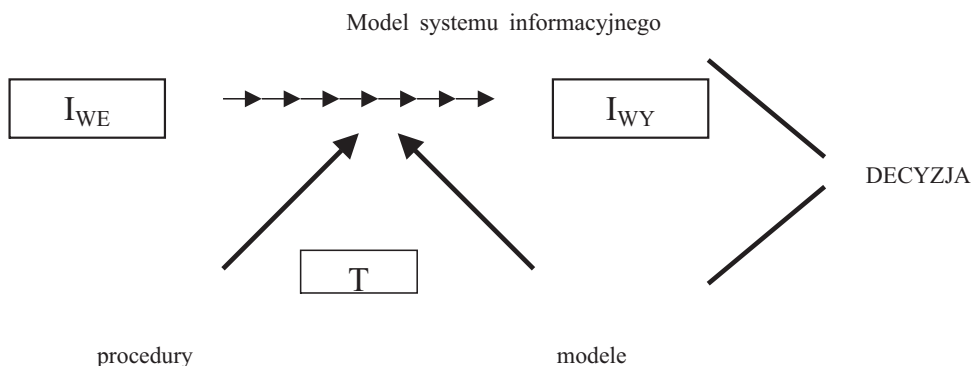
Natomiast jeżeli chodzi o system informacyjny, określa się go jako specyficzny układ nerwowy organizacji, który łączy w jedną całość elementy systemu zarządzania.

System informacyjny definiowany jest w literaturze przedmiotu w różnoraki sposób. Po części wynika to z faktu braku jednoznacznej definicji informacji, o czym była mowa we wcześniejszym rozdziale. Definicja systemu informacyjnego zależy bowiem od celów, dla jakich ten system jest definiowany. Inaczej system ten zdefiniuje ekonomista, a zupełnie inaczej matematyk lub informatyk.

System informacyjny możemy określić jako wielopoziomą strukturę, która pozwala użytkownikowi tego systemu na transformowanie (zamianę) (T) określo-

nych informacji wejścia (I_{WE}) na pożądane informacje, wyjścia (I_{WY}) za pomocą procedur i modeli. W wyniku uzyskanych informacji podejmowane są określone decyzje.

Rysunek 1



Źródło: opracowanie własne.

Dlatego też konkretny system informacyjny można analizować jako [J. Kisielnicki, H. Sroka, 2001, s. 19]:

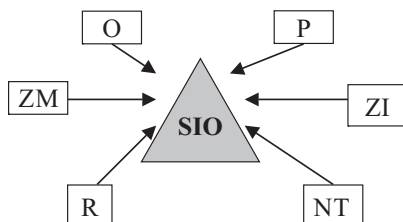
- wielopoziomową strukturę,
- element łańcucha decyzyjnego funkcjonujący w systemie zarządzania.

Analizując system informacyjny z punktu widzenia jego struktury rozpatruje się przede wszystkim samo jego zachowanie niezależnie od zadań, dla których został on zbudowany. Jest to techniczna i technologiczna analiza systemu informacji. Inaczej postępujemy analizując ten sam system pod kątem funkcji, które on spełnia i jego elementy. Możemy wówczas powiedzieć, że analizujemy łańcuch decyzji generowanych w wyniku działania systemu informacyjnego.

Wychodząc z ogólnego określenia systemu informacyjnego możemy stwierdzić, że system informacyjny dowolnej organizacji składa się z następujących elementów, które zostały przedstawione na rysunku 2.

Rysunek 2

Elementy systemu informacyjnego organizacji



Źródło: opracowanie własne.

SIO — system informacyjny danej organizacji;

P — podmioty, które są użytkownikami systemu;

ZI — zbiór informacji o sferze realnej, czyli o jej stanie i zachodzących w niej zmianach, a więc tzw. Zasoby informacyjne;

NT — zbiór narzędzi technicznych stosowanych w procesie pobierania, przesyłania, przetwarzania, przechowywania i wydawania informacji;

O — zbiór rozwiązań systemowych stosowanych w danej organizacji, a więc stosowana formuła zarządzania;

ZM — zbiór metainformacji, czyli opis systemu informacyjnego i jego zasobów informacyjnych;

R — relacje między poszczególnymi zbiorami.

Jeżeli chociaż jeden z rozpatrywanych zbiorów dotyczy sprzętu komputerowego, wówczas system ten nosi nazwę *systemu informatycznego*. Oczywiście stopień informatyzacji systemu może być rozmaity, w praktyce wszystkie współczesne, nawet bardzo małe organizacje posiadają system informacyjny zbudowany z zastosowaniem sprzętu komputerowego. Istotny problem polega jedynie na nasyceniu systemu informacyjnego sprzętem komputerowym (komputer wraz z oprogramowaniem). System informacyjny zarządzania jest formalnym, komputerowym systemem, stworzonym w celu dostarczania, selekcjonowania i integracji dostarczanej z różnych źródeł informacji w celu zapewnienia aktualnych informacji, niezbędnych dla podejmowania decyzji w zarządzaniu [J. Kisielnicki, H. Sroka 2001, s. 20].

W takiej sytuacji możemy stwierdzić, że system informatyczny jest to wyodrębniona część systemu informacyjnego, która z punktu widzenia przyjętych celów jest skomputeryzowana. Na system informatyczny składa się [J. Kisielnicki, H. Sroka 2001, s. 26]:

- sprzęt (*hardware*),
- oprogramowanie (*software*),
- baza danych,
- telekomunikacja,
- ludzie,
- organizacja.

Hardware jest to sprzęt techniczny, dzięki któremu informacje są nadawane, odbierane, przetwarzane i przesyłane. Jest to zbiór, który składa się z rozmaitych urządzeń technicznych takich, jak: procesor, pamięć, urządzenia wejścia (np. klawiatura), urządzenia wyjścia (np. monitor). Oprogramowanie (*software*)³ to zestaw instrukcji oraz danych przeznaczonych do wykonania dla komputera. Występuje w postaci źródłowej, przeznaczonej do przygotowania i obróbki przez ludzi, głównie programistów oraz postaci binarnej, przeznaczonej do wykorzystania przez komputery, choć użytkownikiem jej działania może również być człowiek. Oprogramowanie dzieli się często na oprogramowanie systemowe oraz aplikacje.

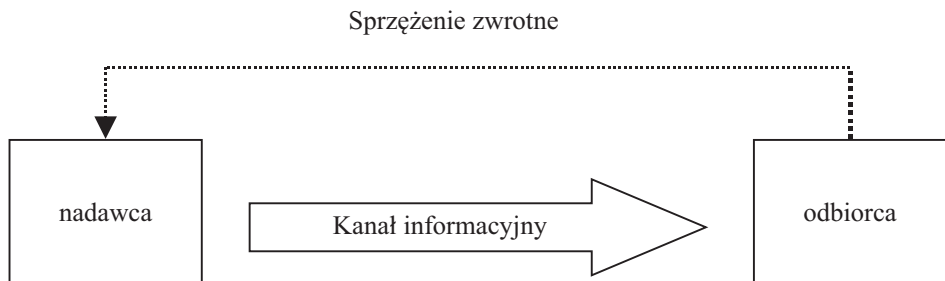
³ <http://pl.wikipedia.org/wiki/Software>

Baza danych jest to taka organizacja zintegrowanych zbiorów danych z pewnej dziedziny informacji, która pozwala na zaspokojenie potrzeb jednego lub wielu użytkowników. Powszechnie uważa się, że dopiero od czasu powstania bazy danych możemy mówić o pełnym zastosowaniu systemów informatycznych w zarządzaniu. Telekomunikacja jest to organizacja, sprzęt oraz oprogramowanie umożliwiające wspólną pracę dwu lub wielu komputerów, a w pewnych sytuacjach pozwalająca na pracę jednego komputera z terminalami. Dzięki telekomunikacji możliwe jest połączenie komputerów w regionie, kraju lub na całym świecie (przykładem takiej sieci globalnej jest Internet). Personel informatycznych systemów składa się z ludzi, którzy: zarządzają, projektują, eksploatują, konserwują system. Przygotowanie ich wszystkich decyduje o tym, czy system będzie efektywny. Organizacja sprawia, że poszczególne elementy systemu stanowią całość. Organizacja zawiera w sobie: strategię rozwoju, politykę, reguły i zasady postępowania.

Podjętą analizę najprostszego systemu informacyjnego w konsekwencji należy stwierdzić, że między użytkownikiem a zasobami danych istnieją powiązania zwane kanałami informacyjnymi, zatem system informacyjny integruje: nadawcę, odbiorcę i kanały informacyjne. Między nadawcą i odbiorcą powinno funkcjonować sprzężenie zwrotne, które pozwala na weryfikację przekazanych informacji. Sprzężenie zwrotne w rzeczywistości działającym systemie informacyjnym powtarza się od kilku do milionów razy i stanowi realny system informacyjny.

Rysunek 3

System informacyjny — powiązania elementów

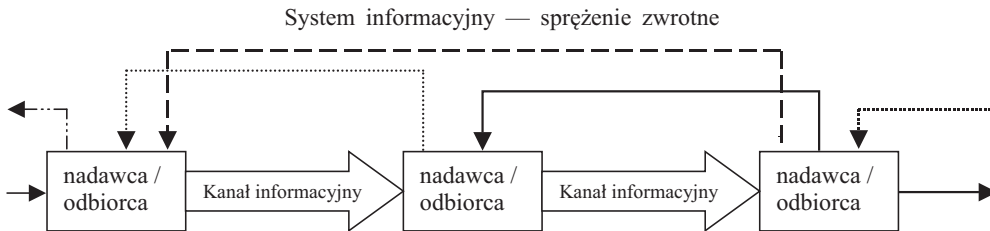


Źródło: [J. Kisielnicki, H. Sroka 2001, s. 22].

Analizując powyższe zagadnienia należy zwrócić uwagę na to, że w realnym systemie nadawcy, jak i odbiorcy pełnią często podwójną rolę. Nadawca staje się odbiorcą dla poprzedniej informacji, a odbiorca może być nadawcą dla następnej informacji. Nie zmienia się jednak rola ogniwa łączącego nadawcę z odbiorcą, czyli kanału informacyjnego.

Przesyłając informację za pomocą kanałów informacyjnych musimy zdawać sobie sprawę i liczyć się ze stratami informacyjnymi, które powstają na skutek

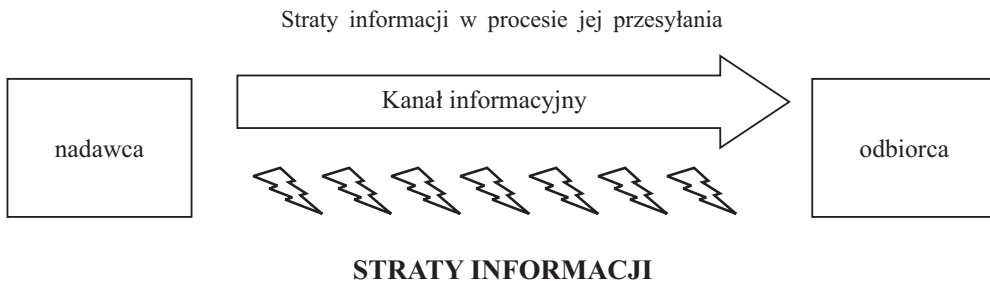
Rysunek 4



Źródło: opracowanie własne.

rozmaitych zakłóceń⁴. Działanie tych czynników powoduje, że informacja źródłowa ulega zniekształceniu. Wielkość tego zniekształcenia może stanowić podstawę do oceny jakości działania systemu informacyjnego.

Rysunek 5



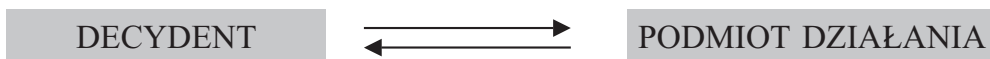
Źródło: opracowanie własne.

Aby zmniejszyć straty występujące w procesie dostarczania informacji należy dążyć do tego, aby skrócić drogę jej powstawania. Chodzi tu nie tylko o skrócenie jej w sensie fizycznym, ale o wyeliminowanie ogniw pośrednich. Narzędziami umożliwiającymi skrócenie tej drogi są systemy informatyczne. Systemy informacyjne można podzielić na dwa podstawowe rodzaje:

1. System informacji bezpośredniej, gdzie między nadawcą a odbiorcą nie występują ogniwa pośrednie.

Rysunek 6

Schemat funkcjonowania systemu informacji bezpośredniej



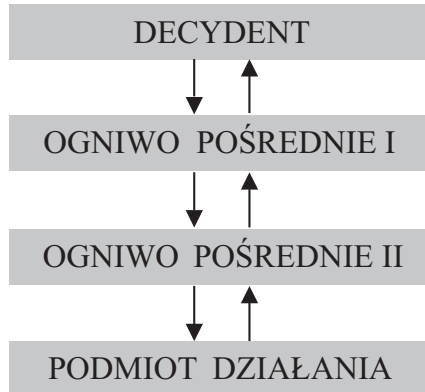
Źródło: [J. Kisielnicki, H. Sroka 2001, s. 24].

⁴ Szerzej nt. zakłóceń technicznych, semantycznych oraz pragmatycznych w: J. Kisielnicki, H. Sroka, *Systemy informacyjne biznesu — informatyka dla zarządzania. Metody, projektowanie i wdrażanie systemów*, Agencja Wydawnicza Placet, Warszawa 2001, s. 23—24.

2. System informacji wielopoziomowej, w którym występuje, co najmniej jedno ogniwo pośrednie.

Rysunek 7

Schemat funkcjonowania systemu informacji wielopoziomowej



Źródło: [J. Kisielnicki, H. Sroka 2001, s. 24].

Dlatego też, nauka o zarządzaniu próbuje wykreować własne pojęcie informacji. W jej własnym rozumieniu informacja określa zadania służące do realizacji celów organizacji, a ściślej: właściwości wiadomości lub sygnału polegającego na zmniejszeniu nieokreślonej informacji, a także niepewności, co do stanu lub dalszego rozwoju sytuacji, której ta wiadomość dotyczy [G. Gierszewska, M. Romanowska 1997, s. 222].

3. Specyfikacja systemu informacji strategicznej

W obliczu rosnących potrzeb informacyjnych zarządzania strategicznego we współczesnym życiu gospodarczym pojawia się wiele propozycji ułatwiających menadżerom podejmowanie decyzji poprzez dostarczanie wiarygodnych informacji, na których może się oprzeć decydent.

Część decyzji strategicznych podejmowanych w przedsiębiorstwie powtarza się w cyklach rocznych lub wieloletnich, uzasadnione jest więc, by zasób informacji strategicznej, który jest niezbędny do ich podejmowania nie był pozyskiwany w sposób jednorazowy, a stanowił wewnątrznie spójny, stale odnawialny system. Dlatego też tworzony on być powinien przez każde przedsiębiorstwo na własne potrzeby i do własnych celów. Każda informacja strategiczna, tak jak już wcześniej wspomniano, posiada określone cechy. Zbiór tych cech został przedstawiony w tabeli 2.

Tabela 2

Cechy informacji strategicznej

Cechy informacji	Charakterystyka dla informacji strategicznej
Zakres	bardzo szeroki, przekrojowy
Stopień agregacji	zbiorczy i wysoki, informacje „skondensowane”, informacje zagregowane
Horyzont czasu	dotyczy przyszłości — informacje prospektywne
Postać sygnału	duża rola tzw. słabych sygnałów
Związek z terażniejszością	niewielki; w większości informacje prognostyczne, informacje diagnostyczne w mniejszym stopniu
Dokładność	mała; informacje przybliżone
Źródła	głównie zewnętrzne; informacje wewnętrzne w mniejszym stopniu
Sposób opisu zjawisk	w dużym stopniu odzwierciedlające zjawiska jakościowe, informacje ilościowe i jakościowe
Stopień zaprogramowania	niewielki, informacje w dużej mierze nieprogramowalne
Postać	zarówno jawna, jak i uwikłana

Źródło: [R. Borowiecki, M. Romanowska (red.) 2001, s. 96].

Racjonalność procesu zarządzania strategicznego zależy w szczególności od fachowości pozyskania informacji strategicznych i stopnia ich wykorzystania w trakcie podejmowania decyzji strategicznych.

Odpowiednio zebrane i opracowane informacje tworzyć będą system informacji strategicznych (SIS), którego zadaniem jest pozyskanie, przetwarzanie, przechowywanie, ochrona i przekazywanie informacji strategicznych dla potrzeb zbioru decyzji strategicznych powtarzanych [R. Borowiecki, M. Romanowska (red.) 2001, s. 97].

Do decyzji strategicznych powtarzanych (programów) możemy zaliczyć:

- decyzje dotyczące zakresu rozwoju asortymentowego,
- decyzje dotyczące zakresu rozwoju rynkowego,
- decyzje dotyczące sposobu rozwoju,
- decyzje dotyczące wyboru źródeł finansowania rozwoju,
- decyzje dotyczące sposobu konkurowania,
- decyzje dotyczące strategii wobec dostawców,
- decyzje dotyczące strategii wobec odbiorców,
- decyzje antykryzysowe i reorganizacji przedsiębiorstwa,
- decyzje dotyczące zakupu licencji.

Informacje, będące podstawą decyzji niepowtarzalnych mogą być gromadzone w sposób incydentalny przez przedsiębiorstwo, bądź kupowane od zewnętrznych

eksporterów. Z czasem część z nich włączona jest do systemu, zasilając jego zasoby. Z kolei podstawą informacyjną dla zbioru powtarzalnych decyzji strategicznych jest sam system. Przykładowe strategiczne decyzje niepowtarzalne (projekty) to:

- decyzje dotyczące zmiany form własności,
- decyzje dotyczące zawarcia fuzji.

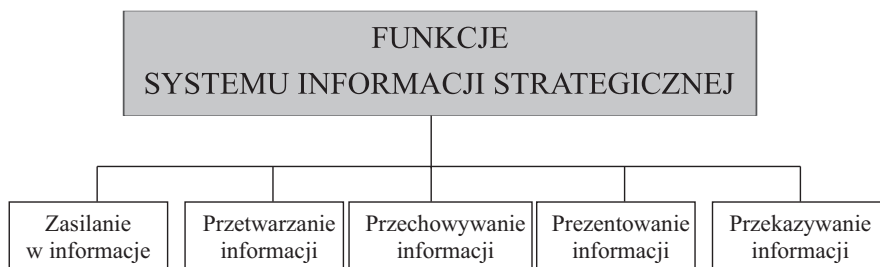
Ponieważ zakres zbioru powtarzanych decyzji strategicznych określony jest w sposób indywidualny dla każdego przedsiębiorstwa, stąd system informacji strategicznej również musi być ściśle dostosowany do potrzeb i możliwości danej firmy. Inne są bowiem potrzeby informacyjne i możliwości finansowe małej firmy rodzinnej, inne średniego przedsiębiorstwa, a jeszcze inne dużego holdingu. Dlatego też w części przedsiębiorstw system ten jest przewodnikiem metodycznym po źródłach i sposobach przysyłania informacji.

Pomiędzy systemem informacji strategicznej i powtarzaniem decyzjami strategicznymi istnieje sprzężenie zwrotne. Z jednej strony system informacji strategicznej jest podstawą podejmowania poszczególnych rodzajów decyzji, z drugiej zaś strony programy, będące rezultatami tych decyzji, zasilają już istniejący system w nowe informacje [R. Borowiecki, M. Romanowska (red.) 2001, s. 99].

System informacji strategicznej jest więc częścią całościowego systemu informacyjnego w przedsiębiorstwie i podobnie jak on ma do spełnienia określone funkcje.

Rysunek 8

Funkcje systemu informacji strategicznej



Źródło: [R. Borowiecki, M. Romanowska (red.) 2001, s. 158].

Podstawową funkcją systemu informacji strategicznej jest funkcja zasilająca. Istotą jej jest zbieranie, rejestrowanie i ewidencjonowanie informacji strategicznych, które jest związane z wyszukiwaniem i opracowaniem wielu danych pierwotnych. Funkcję tę można określić jako wejście systemu informacji strategicznej.

Kolejną funkcją a jednocześnie najistotniejszą jest przetwarzanie informacji. W wyniku jej realizacji są tworzone informacje bezpośrednio użyteczne w celu podejmowania poszczególnych powtarzanych decyzji strategicz-

nych. Przyspieszenie realizacji tych funkcji powinno być związane z wykorzystaniem technik komputerowych.

Przechowywanie informacji to funkcja występująca w systemie i polegająca na zapisaniu informacji strategicznych na trwałych nośnikach w postaci i formie umożliwiającej ich łatwe wykorzystanie. Jest to możliwe dzięki operacji katalogowania i tworzenia baz danych.

Natomiast zadaniem czwartej funkcji, jaką jest prezentowanie informacji, jest dostarczenie decydom niezbędných informacji strategicznych w wymaganych przez nich terminie, miejscu, zakresie, postaci, przekroju, stopniu agregacji. Funkcję tę można określić jako wyjście z systemu informacji strategicznej.

Ostatnią funkcją jest przekazywanie informacji. Może się odbywać zarówno w poziomie, jak i w pionie. Jest to spowodowane tym, że informacje strategiczne niekoniecznie muszą być wykorzystywane w miejscach, gdzie powstają.

W zależności od możliwości finansowych i potrzeb danej firmy, zakres informacji wchodzący w skład systemu informacji strategicznej może być bardziej lub mniej rozbudowany. Informacje uniwersalne, które mogą się znaleźć w systemie informacji strategicznej, niezależnie od jego wielkości (zob. rysunek 9).

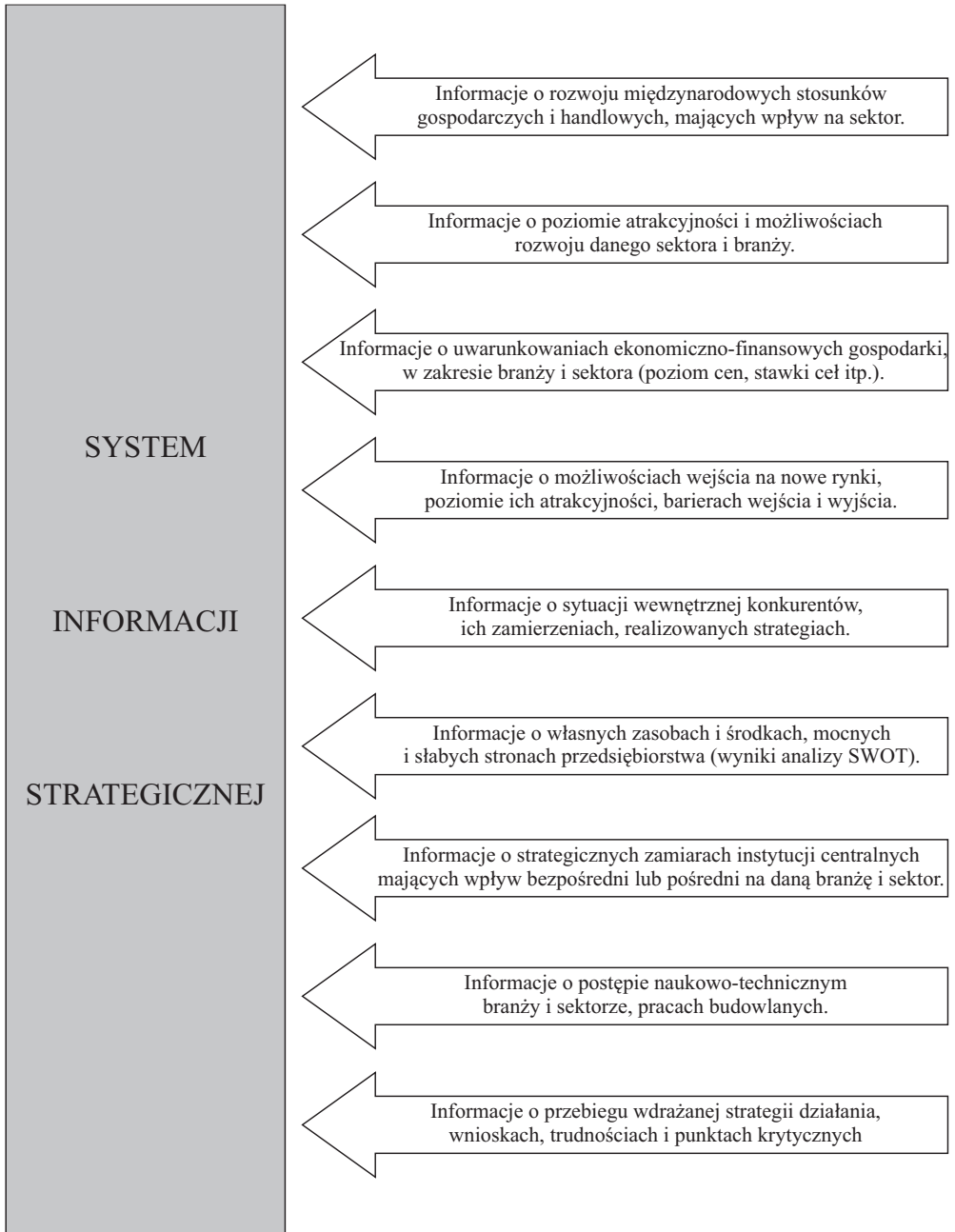
Głównym zadaniem systemu informacji strategicznej jest więc każdorazowo dostarczenie decydom pełnej podstawy informacyjnej do podjęcia określonej decyzji strategicznej. Ma to zapewnić przynajmniej częściowe ustrukturalnienie powtarzalnych decyzji strategicznych oraz zmniejszenie związanego z nimi ryzyka i niepewności.

Można wyróżnić pięć elementów systemu informacji strategicznej. Są nimi [R. Borowiecki, M. Romanowska (red.) 2001, s. 96]: pozyskiwanie informacji strategicznych, przetwarzanie informacji strategicznych, przechowywanie informacji strategicznych, ochrona informacji strategicznych oraz przekazywanie informacji strategicznych. Elementy te tworzą jeden, powiązany ze sobą ciąg czynności. Raz pozyskane informacje strategiczne podlegają przetworzeniu, następnie są przechowywane i chronione w systemie, by w każdej chwili mogły być udostępnione decydom do wykorzystania w procesie decyzyjnym (zob. rysunek 10).

Czynności dokonywane w ramach każdego z powyższych elementów dotyczą trzech kategorii informacji strategicznej: informacji o makrootoczeniu, informacji o otoczeniu sektorowym, informacji o otoczeniu wewnętrznym (przedsiębiorstwie). Identycznie jak system informacyjny przedsiębiorstwa, system informacji strategicznej spełnia wiele funkcji, którym przyporządkować można określone elementy (rysunek 11). Tworzą one jeden powiązany ze sobą łańcuch czynności. Pierwszy z elementów systemu warunkuje występowanie wszystkich pozostałych, w związku z czym ma on znaczenie priorytetowe dla funkcjonowania całego systemu, jego jakości i sprawności działania. Pozostałe elementy funkcjonowania

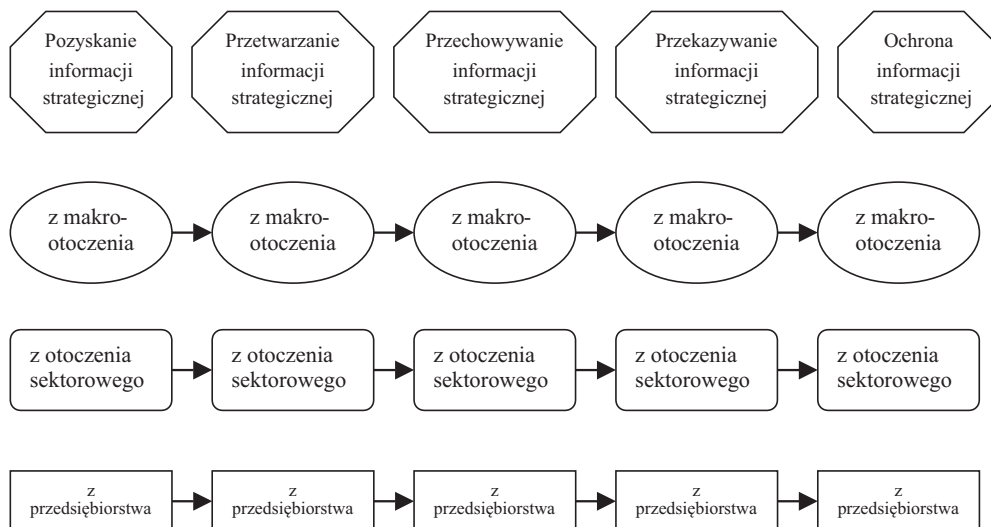
Rysunek 9

Informacje wchodzące w skład systemu informacji strategicznej



Źródło: opracowanie własne.

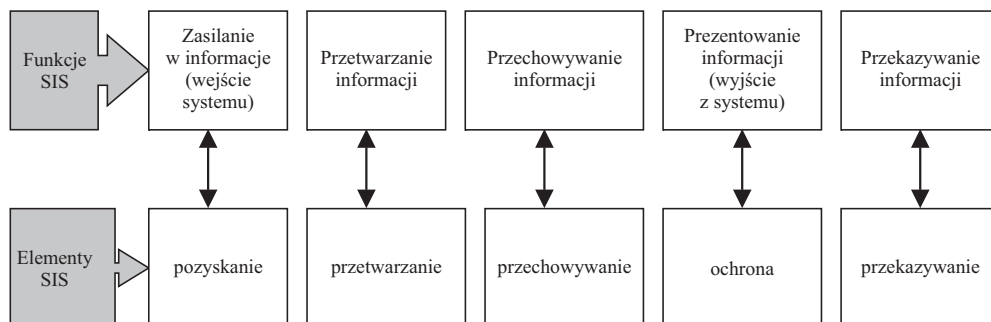
Rysunek 10

Elementy systemu informacji strategicznej przedsiębiorstwa⁵

Źródło: [R. Borowiecki, M. Romanowska (red.) 2001, s. 159].

Rysunek 11

Powiązanie funkcji i elementów systemu informacji strategicznej



Źródło: opracowanie własne.

systemu informacji strategicznej mają charakter wtórnych działań pozyskiwania informacji strategicznych.

System informacji strategicznej zaprojektowany, wdrożony i realizujący przedstawione na rysunku 11 funkcje w sposób właściwy umożliwia wdrożenie wymienionych wcześniej celów i daje organizacji wiele korzyści.

⁵ Szerzej nt. elementów systemu informacji strategicznej przedsiębiorstwa w: *System informacji strategicznej*, pod red. R. Borowieckiego i M. Romanowskiej, Wydawnictwo Difin, Warszawa 2001, s. 160–164.

Podsumowanie

Mając świadomość tego, że bez zarządzania informacją w nowym rozumieniu, przedsiębiorstwa są skazane na porażkę można powiedzieć, że efektywność tego zarządzania determinuje efektywność działania całej organizacji. System informacji strategicznej przedsiębiorstwa, który ma immanentny charakter wobec każdej organizacji, zawiera zasoby informacyjne gromadzone w określony sposób, przetwarza je i dostarcza odpowiednim jednostkom w celu podejmowania decyzji. Procesy informacyjne odgrywają w przedsiębiorstwach coraz większą rolę z uwagi na globalizację rynku, wzrost konkurencji, wykorzystywanie jakości do uzyskania przewagi rynkowej, szybki rozwój technologii informacji i komunikacji. W związku z tempem zmian w otoczeniu i wewnątrz samej organizacji, posiadanie właściwych informacji i skuteczność ich wykorzystania ma decydujące znaczenie dla ich przetrwania i rozwoju. Niematerialny charakter informacji sprawia, że występuje w znacznie większych ilościach niż zasoby materialne oraz, że w wielu przypadkach mamy do czynienia z subiektywizmem w jej interpretacji. Dlatego też, informacja pozwala na pewnego rodzaju manipulację, co jest wykorzystywane w celu podnoszenia jej wartości perswazyjnej w kontaktach wewnątrz i w otoczeniu przedsiębiorstwa. Towarzyszą one wszystkim dziedzinom w ramach danej organizacji. Dlatego też posiadanie informacji i systemu informacji strategicznej jest tak ważne i tak potrzebne dla przedsiębiorstwa bowiem taka wiedza, przy odpowiedniej kulturze organizacyjnej pozwoli na efektywne zarządzanie przedsiębiorstwem.

Bibliografia

- Borowiecki R., Kwieciński M. (red.), *Informacja w zarządzaniu przedsiębiorstwem — pozyskanie, wykorzystanie i ochrona (wybrane problemy teorii i praktyki)*, Wydawnictwo Zakamycze, Kraków 2003.
- Borowiecki R. i Romanowska M. (red.), *System informacji strategicznej — wywiad gospodarczy a konkurencyjność przedsiębiorstwa*, Wydawnictwo Difin, Warszawa 2001.
- Flakiewicz W., *Systemy informacyjne w zarządzaniu, uwarunkowania, technologie, rodzaje*, Wyd. C.H. Beck, Warszawa 2002.
- Gierszewska G., Romanowska M., *Analiza strategiczna przedsiębiorstwa*, PWE, Warszawa 1997.
- Griffin R.W., *Podstawy zarządzania organizacjami*, PWN, Warszawa 1996.
<http://pl.wikipedia.org/wiki/Software>.
- Kisielnicki J., Sroka H., *Systemy informacyjne biznesu — informatyka dla zarządzania. Metody, projektowanie i wdrażanie systemów*, Agencja Wydawnicza Placet, Warszawa 2001.
- Sopińska A., *Podstawa informacyjna zarządzania strategicznego przedsiębiorstwem*, Wydawnictwo SGH, Warszawa 1999.
- Stefanowicz B., *Informacyjne systemy zarządzania — przewodnik*, Wydawnictwo SGH, Warszawa 1997.

WIT URBAN

Analiza zbieżności funkcji przynależności w rozmytym szeregu czasowym

1. Wstęp

Ważnym aspektem badania zjawisk ekonomicznych jest modelowanie ich dynamiki. Zarówno w statystyce, jak i ekonometrii wykorzystuje się w tym celu szeregi czasowe otrzymane dla wybranych charakterystyk. Poznanie własności tych szeregów pozwala na posłużenie się nimi w procesie formułowania prognoz, jak też w diagnostyce stanu badanych w ten sposób systemów ekonomicznych. Podobne możliwości stwarza również wykorzystanie rozmytych szeregów czasowych oraz używanych do ich analizy metod teorii zbiorów rozmytych. Jednym z działów wspomnianej teorii jest arytmetyka rozmyta, stanowiąca podstawę teoretyczną dla przetwarzania liczb rozmytych. Badania poświęcone problemom zdefiniowanym w ramach w tej części teorii zbiorów rozmytych, mogą stanowić o jej efektywniejszym zastosowaniu także w numerycznych eksperymentach z modelami dynamiki, opisującymi zachowanie badanych systemów. Szczególnie interesujące wydaje się zwłaszcza zjawisko zbieżności funkcji przynależności do pewnej postaci granicznej, w rozmytych szeregach czasowych wygenerowanych dla zmiennych przynajmniej części rozmytych równań różnicowych. Jest ona efektem rejestracji w taki sposób specyficznej postaci chaosu deterministycznego w przestrzeni rozmytych liczb rzeczywistych. W takim też kontekście badawczym mieści się treść artykułu. Stanowi ona prezentację procedury zmierzającej do uzyskania formalnego opisu zbieżności funkcji przynależności do postaci granicznej, wykorzystującej zasady arytmetyki rozmytej oraz wskaźnik pola pod wykresem funkcji przynależności liczby rozmytej.

Dla realizacji powyższego celu przyjęto następujący układ opracowania. Pierwsza jego część stanowi odwołanie do terminologii oraz podstawowych definicji teorii zbiorów rozmytych, ze szczególnym uwzględnieniem arytmetyki rozmytej. Następnie uwaga została zwrócona ku kwestiom związanym z uwarunkowaniami numerycznymi zjawiska chaosu deterministycznego w rozmytych szeregach czasowych. W kolejnej części opracowania znalazły się właściwe rozważania odnośnie do analizy zbieżności funkcji przynależności do postaci granicznej dla przypadku zmiennej rozmytego równania różnicowego. W tym też kontekście występuje propozycja wykorzystania jednego ze wskaźników skalarnej analizy rzeczywistych liczb rozmytych. Opracowanie kończą wnioski.

2. Wybrane elementy teorii zbiorów rozmytych

Podstawą teorii zbiorów rozmytych jest zaproponowane przez L.A. Zadeha [1965] pojęcie zbioru rozmytego.

Definicja 2.1. *Zbiorem rozmytym A w przestrzeni X będącej niepustym zbiorem nazywamy zbiór par uporządkowanych $A = \{x, \mu_A(x): x \in X\}$ gdzie*

$$\mu_A: X \rightarrow [0;1] \quad (2.1)$$

jest funkcją przynależności, której wartości określają stopień przynależności poszczególnych elementów przestrzeni X do zbioru rozmytego A .

Na bazie definicji zbioru rozmytego zostały zdefiniowane podstawowe pojęcia arytmetyki rozmytej, tj. całkowitej liczby rozmytej i rzeczywistej liczby rozmytej.

Definicja 2.2. [A. Kaufmann 1985] *Rozmyta liczba całkowita α jest wypukłym zbiorem rozmytym w przestrzeni Z , przy czym warunek wypukłości ma postać:*

$$\mu_\alpha(k) \geq \mu_\alpha(i) \wedge \mu_\alpha(j) \quad \forall i, j, k \in \mathbf{Z}, \quad i \leq k \leq j \quad (2.2)$$

Klasa rozmytych liczb całkowitych jest często oznaczana w literaturze przy pomocy zapisu $N(\mathbf{Z})$.

Uwzględniając powyższą definicję każda liczba całkowita $n \in \mathbf{Z}$ może być traktowana jako całkowita liczba rozmyta o funkcji przynależności zdefiniowanej w następujący sposób:

$$\mu_n(k) = \begin{cases} 1 & \text{dla } k = n \\ 0 & \text{dla } k \neq n \end{cases} \quad \forall k \in \mathbf{Z} \quad (2.3)$$

Definicja 2.3. [L. A. Zadeh 1975] *Rozmyta liczba rzeczywista jest zbiorem rozmytym w przestrzeni \mathbf{R} mającym ciągłą funkcję przynależności μ_α oraz spełniającym warunek wypukłości:*

$$\mu_\alpha(y) \geq \mu_\alpha(x) \wedge \mu_\alpha(z) \quad \forall x, y, z \in \mathbf{R}, \quad y \in [x; z] \quad (2.4)$$

Klasę rozmytych liczb rzeczywistych oznacza się z kolei często jako $N(\mathbf{R})$.

Należy zaznaczyć, że w literaturze występuje także określenie rozmytej liczby rzeczywistej nie żądające spełnienia warunku wypukłości funkcji przynależności [W. K. Chang 1984]. Z punktu widzenia takiego podejścia definicja 2.3 odnosi się do podklasy wypukłych rozmytych liczb rzeczywistych. Ponadto w większości publikacji powyższa definicja jest uzupełniana o warunek normalności zdefiniowany w następujący sposób.

Definicja 2.4. [A. Kaufmann 1985] Zbiór rozmyty $A \in P(X)$ (gdzie $P(X)$ oznacza klasę wszystkich zbiorów rozmytych w przestrzeni X) nazywamy normalnym, jeżeli

$$\exists x \in X \mu_A(x) = 1 \tag{2.5}$$

Jeżeli natomiast

$$\forall x \in X \mu_A(x) < 1 \tag{2.6}$$

to zbiór A nazywamy podnormalnym, subnormalnym.

Przedstawione definicje całkowitej liczby rozmytej oraz rzeczywistej liczby rozmytej stanowią, jak to już zostało wspomniane, wprowadzenie do zagadnień arytmetyki rozmytej. Podstawę tej części teorii zbiorów rozmytych związanej z działaniami arytmetycznymi na liczbach rozmytych, oparto na wykorzystaniu zdefiniowanej przez L.A. Zadeha [1975] zasady rozszerzenia.

Definicja 2.5. Niech f będzie odwzorowaniem $X_1 \times \dots \times X_n \rightarrow Y$, takim że $y = f(x_1, \dots, x_n)$; $y \in Y$, $x_i \in X_i \forall i \in N_n$ oraz niech $A_i \in P(X) \forall i \in N_n$. Iloczyn kartezjański $A_1 \times \dots \times A_n$ przekształcany jest zgodnie z odwzorowaniem f w zbiór rozmyty $B \in P(Y)$ określony funkcją przynależności:

$$\mu_B(y) = \begin{cases} \sup_{\substack{x_1 \in X_1, \dots, x_n \in X_n \\ y = f(x_1, \dots, x_n)}} \min(\mu_{A_1}(x_1), \dots, \mu_{A_n}(x_n)) & \text{dla } f^{-1}(y) \neq \emptyset \\ 0 & \text{dla } f^{-1}(y) = \emptyset \end{cases} \quad \forall y \in Y \tag{2.7}$$

Powyższa zasada pozwala znajdować rozmyte odpowiedniki nie rozmytych odwzorowań, poprzez zastąpienie koncepcji zmiennej mającej ściśle określoną wartość podejściem, w którym występuje zbiór stopni przynależności charakteryzujących poszczególne potencjalne jej wielkości.

Wykorzystując powyższą definicję można określić podstawowe operacje arytmetyczne na liczbach rozmytych [G. J. Klir, Y. Pan 1998]. Podane one zostaną dla klasy rozmytych liczb rzeczywistych. Na tej bowiem klasie koncentrują się rozważania, prezentowane w opracowaniu.

Definicja 2.6. Zakładając, że A i $B \in N(\mathbf{R})$ oraz przyjmując:

a) $f(x_1, x_2) = x_1 + x_2$ dla operacji dodawania $A + B \in N(\mathbf{R})$

$$\mu_{A+B}(y) = \sup_{\substack{x_1, x_2 \in \mathbf{R} \\ y = x_1 + x_2}} \min(\mu_A(x_1), \mu_B(x_2)) \quad \forall y \in \mathbf{R} \tag{2.8}$$

b) $f(x_1, x_2) = x_1 - x_2$ dla operacji odejmowania $A - B \in N(\mathbf{R})$

$$\mu_{A-B}(y) = \sup_{\substack{x_1, x_2 \in \mathbf{R} \\ y = x_1 - x_2}} \min(\mu_A(x_1), \mu_B(x_2)) \quad \forall y \in \mathbf{R} \tag{2.9}$$

c) $f(x_1, x_2) = x_1 \cdot x_2$ dla operacji mnożenia $A \cdot B \ N(\mathbf{R})$

$$\mu_{A \cdot B}(y) = \sup_{\substack{x_1, x_2 \in \mathbf{R} \\ y = x_1 \cdot x_2}} \min(\mu_A(x_1), \mu_B(x_2)) \forall y \in \mathbf{R} \quad (2.10)$$

d) $f(x_1, x_2) = x_1/x_2$ $x_2 \neq 0$ dla operacji dzielenia $A/B \ N(\mathbf{R})$

$$\mu_{A/B}(y) = \sup_{\substack{x_1, x_2 \in \mathbf{R} \setminus \{0\} \\ y = x_1/x_2}} \min(\mu_A(x_1), \mu_B(x_2)) \forall y \in \mathbf{R} \quad (2.11)$$

3) Numeryczne uwarunkowania zjawiska chaosu deterministycznego w rozmytych szeregach czasowych

Jednymi z możliwych źródeł danych rozmytych są modele matematyczne oparte na równaniach różnicowych. Po zastąpieniu skalarnych wartości zmiennych i parametrów takich modeli rzeczywistymi wielkościami rozmytymi, ich równania tworzą swoiste generatory rozmytych szeregów czasowych. Szereg taki jest rozumiany w dalszym ciągu opracowania zgodnie z poniższą definicją.

Definicja 3.1. [Song 1995] Niech $Y(t) \in N(\mathbf{R})$ (przestrzeni rozmytych liczb rzeczywistych), gdzie $t \in T = \{\dots, 0, 1, 2, \dots\}$ oraz na Y są zdefiniowane zbiory rozmyte $f_i(t)$ ($i = 1, 2, \dots$) tworzące szereg $F(t)$. Wówczas $F(t)$ jest rozmytym szeregiem czasowym dla $Y(t)$, $t \in T$.

Jedną z ważnych koncepcji analizy rzeczywistych danych rozmytych jest metodologia oparta na skalaryzacji, czyli inaczej wyostrzaniu. Polega ona na zastąpieniu danej rozmytej odpowiednio skonstruowanym wskaźnikiem należącym już do przestrzeni liczb rzeczywistych. Tego typu zabieg wiąże się z reguły z utratą części informacji o przebiegu modelowanego procesu. Z drugiej jednak strony w sposób istotny upraszcza procedurę badawczą umożliwiając wykorzystanie klasycznych metod statystycznych.

Należy przy tym jednak pamiętać o istotnej specyfice arytmetyki rozmytej w przestrzeni rozmytych liczb rzeczywistych. Odnosi się ona w szczególności właśnie do modeli matematycznych opartych na równaniach różnicowych. Okazuje się, że równania takie są podatne na występowania zjawiska chaosu deterministycznego, co zostało pokazane w pracach [J. Wołoszyn 2000], [J. Wołoszyn, W. Urban 2000] i [W. Urban 2000] na przykładzie układów nieliniowych. Obraz chaosu w odniesieniu do przestrzeni $N(\mathbf{R})$ jest różny od postaci przyjmowanej w przypadku skalarnych szeregów czasowych. Podstawowym jego wyróżnikiem jest zbieżność funkcji przynależności opisana poniższym wzorem ([Urban 2000]) dla rozmytego szeregu czasowego $\{X_t\}$, gdzie $t = 1, 2, 3, \dots$

$$\forall_{x \in \mathbf{R}} \lim_{t \rightarrow \infty} \mu_t(x_{X_t}) = 1 \quad (3.1)$$

czyli graniczna postać funkcji przynależności przyjmuje postać

$$\mu_\infty(x_X) = 1 \quad (3.2)$$

Oczywiście prezentowana sytuacja ma charakter teoretyczny. W praktyce natomiast, w zależności od rodzaju wybranego matematycznego modelu dynamiki występuje zjawisko łatwe do zweryfikowania za pomocą prostych eksperymentów numerycznych, które można przedstawić za pomocą formuły matematycznej:

$$\exists \quad \forall \quad \lim_{0 < T < < \infty \quad x_{X_t} \in \mathbf{R} \quad t \rightarrow T} \mu_t(x_{X_t}) \approx 1 \quad (3.3)$$

czyli

$$\mu_T(x_{X_T}) \approx 1 \quad (3.4)$$

Tak więc teoretyczna zbieżność funkcji przynależności rozmytego szeregu czasowego $\{X_t\}$ (gdzie $t = 1, 2, 3, \dots$) do postaci granicznej zachodzi z reguły dużo wcześniej w przetwarzaniu komputerowym, przede wszystkim ze względu na zawsze określony graniczny poziom dokładności arytmetyki zmiennoprzecinkowej. Kwestia wyznaczenia wielkości T jest zależna od rodzaju wykorzystanego układu generującego dane oraz warunków początkowych. Taka sytuacja rzutuje także bezpośrednio na możliwości konstrukcji oraz wykorzystania odpowiednich skalarnych mierników zmienności danych rozmytych. Efektem wpływu chaosu deterministycznego jest bowiem zbieżność ciągu wartości takich wskaźników otrzymanego dla wygenerowanego w oparciu o równanie różnicowe, rozmytego szeregu czasowego do określonej wielkości skalarnej.

4. Badanie tempa zbieżności funkcji przynależności do postaci granicznej dla rozmytych szeregów czasowych

Wnioskiem wynikającym z poprzedniej części artykułu jest konieczność określenia tempa zbieżności funkcji przynależności rozmytego szeregu czasowego, wygenerowanego za pomocą równania różnicowego, do postaci granicznej. Tego typu podejście umożliwia, między innymi, określenie uwarunkowań analizy danych rozmytych otrzymanych w oparciu o określoną postać równań tego rodzaju i przy przyjętych warunkach początkowych

W tym celu można wykorzystać koncepcję skalaryzacji opartą na wskaźniku pola pod wykresem funkcji przynależności rzeczywistej liczby rozmytej [W. Urban 2000]. Dla prezentacji związanych z tym rozważań zostały przyjęte założenia odnośnie do numerycznej strony zagadnienia.

Pierwszym z nich jest przyjęcie aproksymacji funkcji przynależności elementów rozmytych szeregów czasowych za pomocą złożenia funkcji liniowych. Propozycja konstrukcji algorytmu wyznaczenia takiej aproksymacji została przedstawiona w artykule [W. Urban 1999]. Złożenie funkcji liniowych w takim kontekście pozwala na wykorzystanie punktów połączenia wykresów odwzorowań składowych, w notacji rzeczywistej liczby rozmytej, zgodnej z ogólnymi zasadami

zapisu określonymi dla zbiorów rozmytych [L. A. Zadeh 1965]. Punkty te będą w dalszym ciągu określane mianem wierzchołków wykresu funkcji przynależności. Propozycja odpowiedniej modyfikacji wspomnianego zapisu została przedstawiona w [W. Urban 1999].

Drugim założeniem uwzględnionym w badaniach, których rezultaty są prezentowane w niniejszym artykule jest zawężenie analizy zmienności danych rozmytych do takich przedziałów liczbowych zawartych w dziedzinie zdefiniowania funkcji przynależności, poza którymi przyjmuje ona wyłącznie wartości zerowe. Wówczas zapis takiej funkcji przyjmuje postać zgodną z następującym wzorem:

$$\begin{aligned} (X \in N(\mathbf{R}) \wedge \exists_{\langle x_1; x_n \rangle} (x_i \notin \langle x_1; x_n \rangle \Rightarrow \mu_X(x_i) = 0)) \Rightarrow \\ \forall_{x_i \in \langle x_1; x_n \rangle} \mu_X(x_i) = \begin{cases} x_i \in \langle x_1; x_2 \rangle \Rightarrow a_1 x_i + b_1 \\ x_i \in \langle x_2; x_3 \rangle \Rightarrow a_2 x_i + b_2 \\ \dots \\ x_i \in \langle x_{n-1}; x_n \rangle \Rightarrow a_{n-1} x_i + b_{n-1} \end{cases} \quad (4.1) \\ (\langle x_1; x_2 \rangle \cup \dots \cup \langle x_{n-1}; x_n \rangle) \wedge \forall_{i=1, \dots, n-2} \langle x_i; x_{i+1} \rangle \cap \langle x_{i+1}; x_{i+2} \rangle = \{x_{i+1}\} \end{aligned}$$

Wreszcie ostatnie założenie zakłada wykorzystanie tzw. trójkątnych liczb rozmytych zgodnie z definicją przedstawioną w [A. Kaufmann, M. M. Gupta 1985].

Wspomniana koncepcja wyostrażania rzeczywistej liczby rozmytej opiera się na zastosowaniu wskaźnika pola pod wykresem funkcji przynależności zdefiniowanego zgodnie z poniższym wzorem:

$$X \in N(\mathbf{R}) \Rightarrow P_X = \int_{-\infty}^{+\infty} \mu_X(x_X) dx_X \quad (4.2)$$

Przy uwzględnieniu przyjętych założeń można go zmodyfikować zgodnie z następującym schematem:

$$P_X = \int_{\alpha}^{\beta} \mu_X(x_X) dx_X = \sum_{i=1}^{n-1} \left(\int_{i=1}^{y_{i+1}} (a_i x_X + b_i) dx_X \right) \quad (4.3)$$

Nie skomplikowana analiza rozmytego szeregu czasowego, w którym występuje zbieżność opisana wzorami (3.1) i (3.2) pozwala sformułować odpowiadającą temu tezę odnośnie do wyznaczonego dla niego ciągu pól.

$$\lim_{t \rightarrow \infty} P_{X_t} = \infty \quad (4.4)$$

W badaniu tempa tej zbieżności wykorzystanie analizy teoretycznej jest bardzo

utrudnione. Dlatego też znacznie wygodniejsze zdają się być badania danych numerycznych pochodzących z eksperymentów symulacyjnych przeprowadzanych dla różnych typów równań różnicowych oraz przy zmiennych warunkach początkowych. Tego typu procedura jest obarczona wadą ograniczonych możliwości wnioskowania. Pozwala jednak poznać istotne własności zależności znajdującej zastosowanie do opisu konkretnego zjawiska. Przykładem jej zastosowania może być analiza przeprowadzona dla modelu (4.5)

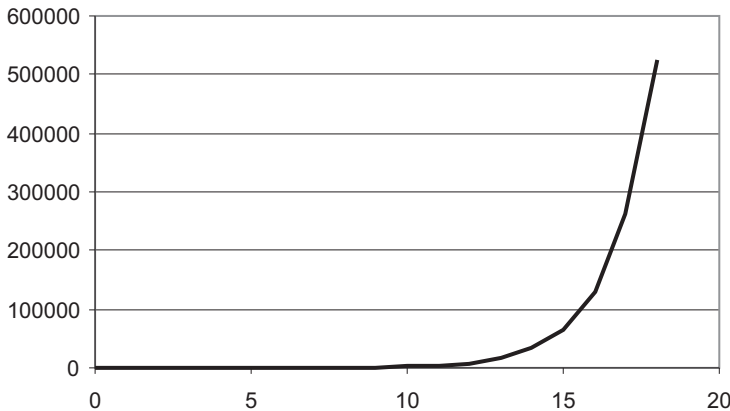
$$\begin{aligned}
 X_{t+1} &= AX_t + B \\
 X_t, A, B &\in N(\mathbf{R}) \\
 A &= \sim 0/1 + \sim 1/2 + \sim 0/3 \\
 B &= \sim 0/0 + \sim 1/0 + \sim 0/2 \\
 X_0 &= \sim 0/1 + \sim 1/2 + \sim 0/3
 \end{aligned}
 \tag{4.5}$$

W zapisie wartości rozmytych wykorzystano wspomniane wcześniej zasady notacji rzeczywistych liczb rozmytych zaproponowane w pracy [W. Urban 1999].

Zmiany w otrzymanym w rezultacie eksperymentu symulacyjnego z powyższym modelem, szeregu czasowym $\{P_X(t)\}$ wartości pól pod wykresem funkcji przynależności zmiennej X_t ilustruje wykres na rysunku 1.

Rysunek 1

Wykres zmian pola pod wykresem funkcji przynależności zmiennej X_t w eksperymencie symulacyjnym z modelem (4.5)



Źródło: opracowanie własne.

Wskazuje on na możliwą zbieżność z graficzną reprezentacją funkcji

$$y = e^t
 \tag{4.6}$$

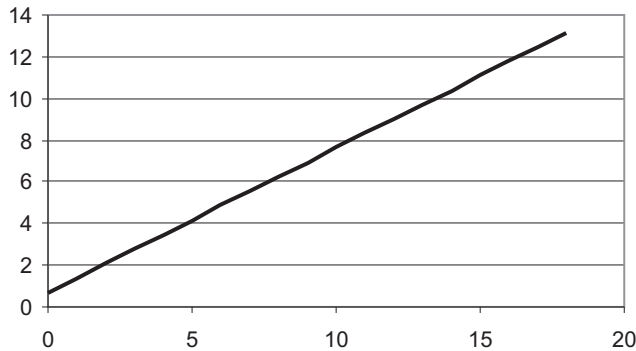
Oczywiście w omawianym przypadku funkcyjny opis zależności przedstawionej na rysunku 1 powinien raczej przyjąć postać hipotetyczną, bardziej złożoną:

$$P_{X_t}(t) = e^{f(t)} \quad (4.7)$$

W celu określenia typu zależności $f(t)$ doświadczalny szereg czasowy pól $\{P_{X_t}(t)\}$ poddano logarytmowaniu, otrzymując wykres na rysunku 2. W operacji tej posłużono się logarytmem naturalnym.

Rysunek 2

Wykres logarytmowanych wartości doświadczalnych szeregu czasowego pól $\{P_{X_t}(t)\}$ dla modelu (4.5)



Źródło: opracowanie własne.

Parametry wyraźnie liniowej zależności

$$f(t) = at + b, \quad (4.8)$$

można łatwo estymować za pomocą metody najmniejszych kwadratów, otrzymując ostatecznie zapis równania regresji liniowej

$$f(t) = 0,693147181t + 0,693147181 \quad (4.9)$$

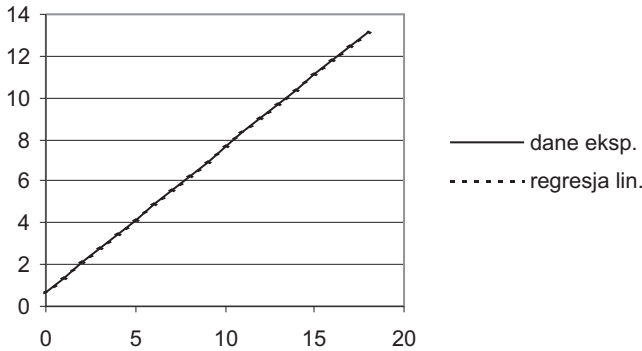
Wykres porównawczy obejmujący dane eksperymentalne otrzymane w oparciu o logarytmowanie szeregu $\{P_{X_t}(t)\}$ oraz wartości teoretyczne wyznaczone za pomocą tego równania prezentuje rysunek 3.

Ostatecznie zależność (4.7) ulega zdefiniowaniu w następujący sposób dla rozważanego przypadku modelu (4.5):

$$P_{X_t}(t) = e^{0,693147181t + 0,693147181} \quad (4.10)$$

Rysunek 3

Porównanie logarytmowanego szeregu czasowego $\{P_X(t)\}$ (wielkości z eksperymentu symulacyjnego) oraz wartości wyznaczonych za pomocą równania regresji liniowej (4.9)

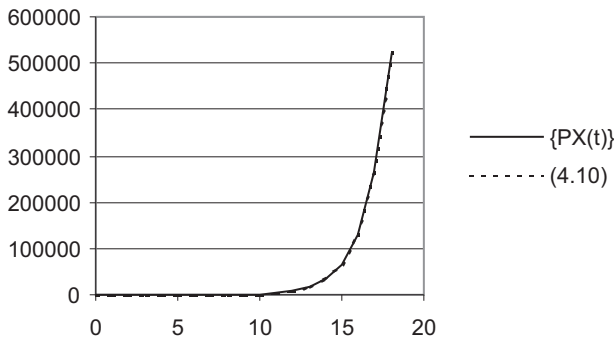


Źródło: opracowanie własne.

Wykresy dla szeregów czasowych $\{P_X(t)\}$ oraz wygenerowanego za pomocą funkcji opisanej powyższym wzorem przedstawia rysunek 4.

Rysunek 4

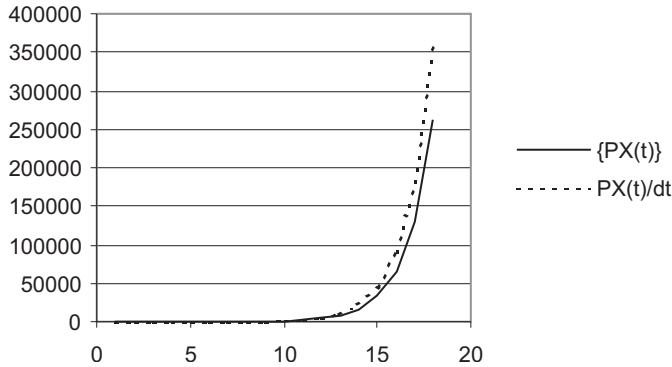
Zestawienie wykresów opisujących dynamikę pola pod wykresem funkcji przynależności zmiennej X_t modelu (4.5), otrzymanych dla wartości szeregu eksperymentalnego $\{P_X(t)\}$ oraz wielkości wygenerowanych za pomocą zależności (4.10).



Źródło: opracowanie własne.

Innym potwierdzeniem zilustrowanej w ten sposób zbieżności może być rysunek 5. Zawiera on porównanie wykresów różnic obliczonych dla szeregu pochodzącego z eksperymentu symulacyjnego $\{P_X(t)\}$ i ich aproksymacji wyznaczonych z pochodnej zależności (4.10)

$$\frac{P_{X_t}(t)}{dt} = 0,693147181e^{0,693147181t+0,693147181} \tag{4.11}$$



5. Wnioski

Przedstawiona procedura analizy zbieżności funkcji przynależności zmiennej rozmytej określonego równania różnicowego, przy zdefiniowanych warunkach początkowych pozwala na podanie charakterystyk ilościowych tego procesu. Daje także w ten sposób możliwość jego dalszych analiz statystycznych w kontekście badań nad własnościami równań różnicowych przy uwzględnieniu wykorzystania metod teorii zbiorów rozmytych. Tego typu podejście może wiązać się z lepszym poznaniem dynamiki zjawisk modelowanych w przestrzeni rzeczywistych liczb rozmytych. Z drugiej zaś strony powinno pozwolić na wypracowanie efektywniejszej metodologii modelowania procesów ekonomiczno-społecznych opartej na wspomnianej wcześniej teorii, przede wszystkim dla celów eksperymentów symulacyjnych.

Bibliografia

- Anile A.M., Deodato S., and Privitera G., *Implementing fuzzy arithmetic*, Dipartimento Di Matematica, Università Degli Studi Di Catania, Italy 1994.
- Chang W. K., Chów L. R., Chang S. K., *Arithmetic operations on level sets of convex fuzzy numbers*, Fuzzy Sets and Systems, 1984.
- Forrester J. W., *Principles of systems, Industrial Dynamics* (MIT Press, Cambridge Mass.), 1961, 1968.
- Hanczar P., *Symulowane wyżarzanie — optymalizacja procesów logistycznych [w:] Ekonometria czasu transformacji*, praca zbiorowa pod redakcją A. S. Barczaka, WU AE, Katowice 1998.
- Homer J. B., *Why we iterate: scientific modeling in theory and practice*, „System Dynamics Review”, Vol. 12, Spring 1996, p. 1—19.
- Kaufmann A., Gupta M. M., *Introduction to Fuzzy Arithmetic: Theory and Applications*, New York: Van Nostrand, 1985.

- Klir G. J., Pan Y.: *Constrained fuzzy arithmetic: Basic questions and some answers*, Soft Computing 2 (1998), No. 2, 100—108. 7
- Munakata Y., *Fuzzy systems: An Overview Communications of the ACM*, Vol. 37, No 3, March 1994, page 69—76.
- Navara M., Zabokrtsk'y Z.: *Computational problems of constrained fuzzy arithmetic*. In: *The State of the Art in Computational Intelligence*, P. Sinc'ak, J. Vasc'ak, V. Kvasnicka and R. Mesiar (eds.), Physica-Verlag, Heidelberg/New York, 2000, 95—98.
- Resnick R., Halliday D., *Fizyka*, PWN, Warszawa 1973.
- Schuster H. G.: *Chaos deterministyczny. Wprowadzenie*, PWN, Warszawa 1995.
- Song Q., Leland R.P. and Chissom B.S., *A new fuzzy time-series model of fuzzy number observations*, „Fuzzy Sets and Systems”, Vol. 73, August 1995, p. 341—348.
- Turksen L. B., *Stochastic Fuzzy Sets*, A Survey Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems series, Vol. 310, Springer 1988, p. 168—183.
- Urban W., *Wykorzystanie teorii grawitacji w analizie funkcyjowania systemów społeczno-ekonomicznych*, ZN AE, Kraków 2002.
- Urban W., *Wprowadzenie do skalarnej analizy chaosu deterministycznego w przestrzeni rozmytych liczb rzeczywistych*, ZN AE, Kraków 2001.
- Urban W., *Podstawy rozmytej dynamiki systemowej*, AE, Kraków 1999.
- Wołoszyn J., Urban W., *Symulacyjna aproksymacja uwarunkowań numerycznych wykorzystania ogólnej teorii grawitacji do opisu relacji społeczno-ekonomicznych*, ZN AE, Kraków 2002.
- Wołoszyn J., Urban W., *Koncepcja filtru aproksymująco-przeskalowującego w działaniach arytmetyki rozmytej*, AE Kraków 2001.
- Wołoszyn J., *Elementy teorii chaosu deterministycznego w badaniach systemów ekonomicznych*, ZN AE nr 551, Kraków 2000.
- Wołoszyn J., *Grafy rozmyte i możliwości ich wykorzystania w ekonomii*, Zeszyty Naukowe AE, Seria specjalna; monografie, Nr 90, Kraków 1990.
- Zadeh L. A., *Fuzzy Logic, Computing with Words*, IEEE Transactions on Fuzzy Systems, Vol. 4, May 1996, p. 103—111.
- Zadeh L. A., *Fuzzy sets and their application to pattern classification and clustering analysis* in [VanRysin1977].
- Zadeh L.A., *Fuzzy sets*, „Information and control” 1965, no. 8.
- Zieliński J. S., *Inteligentne systemy w zarządzaniu. Teoria i praktyka*, praca zbiorowa, PWN, Warszawa 2000.

ANNA WOJTOWICZ, WITOLD WOJTOWICZ

Proces informatyzacji i budowy systemu informatycznego zarządzania w organizacji *non profit*. Studium przypadku

1. Wprowadzenie

Postęp w dziedzinie szeroko pojętej technologii informacyjnej, jaki obserwujemy w ostatnich dziesięcioleciach, pozwala na w pełni uzasadnione używanie określenia „globalne społeczeństwo informacyjne”. W takim społeczeństwie informacja i wynikająca z niej wiedza, a także technologie informacyjne stają się podstawowymi czynnikami wytwórczymi. Istotnego znaczenia nabierają takie kategorie, jak: komputery i systemy komputerowe, automatyka, robotyka oraz telekomunikacja.

W zarządzaniu współczesną organizacją techniki informatyczne zajmują szczególne miejsce, gdyż w dużej mierze obieg informacji jest możliwy i realizowany właśnie poprzez ich użycie. Zastosowanie technik komputerowych pociąga za sobą szereg specyficznych zjawisk i problemów, których niezajomość może spowodować różnego rodzaju negatywne konsekwencje. Na przykład ocenia się, że trwająca kilka dni awaria systemu informatycznego wspomagającego zarządzanie firmą (systemu klasy MRP II lub ERP) pociąga za sobą, w ponad połowie przypadków, straty prowadzące do szybkiego upadku firmy. Efekty każdej awarii czy przestoju firmowego systemu informatycznego dotyczą bowiem wielu osób i ujawniają się w wielu miejscach, prowadząc do znacznego zmniejszenia wydajności pracy [M. Szmít 2003, s. 7]. Należy zaznaczyć, iż problemy te dotyczą nie tylko organizacji rynkowych działających dla zysku, lecz również organizacji pozagospodarczych, takich jak np. szpital.

Rynek usług zdrowotnych jest rynkiem specyficznym¹, co w efekcie doprowadziło do odmiennego ukształtowania się w obszarze opieki zdrowotnej układu instytucji i zasad ich działania. Z dniem 1 stycznia 1999 roku rozpoczęto reformę

¹ Należy tutaj podkreślić szczególne własności tego rynku oraz specyfikę procesu świadczenia usług. Podstawowym źródłem specyfiki usług zdrowotnych jest sytuacja ryzyka i niepewności, towarzysząca pojawieniu się potrzeb zdrowotnych, co powoduje ograniczenia w stosowaniu wolnego rynku w tej sferze usług. Sytuacja, w której pojawia się potrzeba usługi zdrowotnej jest na ogół niepożądana i raczej unikana, a konieczność jej uzyskania wynika z zagrożenia zdrowia i życia, czyli wartości najistotniejszych dla człowieka [J. Kacała 2002, s. 297].

systemu ochrony zdrowia w Polsce. Do pozytywnych skutków wprowadzonej reformy można zaliczyć [Sz. Kamiński 2002, s. 309]:

— urynkowanie i sprywatyzowanie podstawowej opieki zdrowotnej, przez co umożliwiono jej efektywne funkcjonowanie, przy wysokich jednak kosztach ogólnosystemowych (stawka kawitacyjna),

— wprowadzenie do sfery ochrony zdrowia mechanizmów kalkulacji ekonomicznej, rachunku kosztów, szacowania strumieni przepływów finansowych (przede wszystkim dzięki usamodzielnieniu zakładów opieki zdrowotnej),

— wyodrębnienie z budżetu państwa funduszy przeznaczanych na ochronę zdrowia w ramach systemu powszechnego ubezpieczenia zdrowotnego.

Obecne funkcjonowanie systemu ochrony zdrowia w Polsce spotyka się z powszechną krytyką. Do podstawowych przesłanek tej negatywnej oceny można zaliczyć [Sz. Kamiński 2002, s. 309]:

— niezapewnienie dostatecznych środków publicznych na finansowanie ochrony zdrowia,

— niewłaściwa alokacja środków przeznaczonych na tę sferę,

— oddziaływanie różnych grup interesów nie zostało skutecznie zneutralizowane,

— ochrona zdrowia funkcjonuje w źle zorganizowanych i nie zawsze poprawnie zarządzanych strukturach.

Podstawowymi jednostkami w systemie ochrony zdrowia są szpitale, które od wprowadzenia reformy są zmuszone działać jak przedsiębiorstwa — racjonalnie i wydajnie, w oparciu o właściwie podejmowane decyzje menedżerskie. Charakteryzując działalność szpitala, należy jednak pamiętać o różnicach, jakie występują między taką organizacją a typowym przedsiębiorstwem. Z jednej strony nie funkcjonują tutaj typowe reguły rynkowe, tj.:

— nie popyt określa podaż, lecz podaż określa popyt na usługi świadczone przez szpital,

— pacjent nie pojawia się na tym rynku świadomie, lecz w wyniku zaistniałej potrzeby zdrowotnej lub ratującej życie,

— brak bodźców do zatrzymania pacjenta, jako stałego klienta (co jest możliwe w przypadku lekarza rodzinnego),

— szpital, jako organizacja publiczna, może istnieć na rynku bez względu na rachunek ekonomiczny, jeśli istnieje taka potrzeba społeczna.

Z drugiej strony szpitale muszą, jak typowe przedsiębiorstwa, bronić się przed kryzysem dostosowując metody zarządzania do specyfiki swojej działalności [J. Kacała 2002]. W tym dostosowywaniu może być pomocne szybkie i sprawne przekazywanie informacji zarządzającym.

Celem artykułu jest ukazanie na przykładzie wybranego szpitala procesu jego informatyzacji i tworzenia systemu informatycznego wspomagającego proces zarządzania tą placówką.

2. Charakterystyka Szpitala²

Początek działalności Specjalistycznego Szpitala im. E. Szczeklika w Tarnowie datuje się od 1835 roku. Od 1 stycznia 1999 roku Szpital funkcjonuje jako Samodzielny Specjalistyczny Zakład Opieki Zdrowotnej, jego organem założycielskim jest Gmina Miasta Tarnowa. Aktualnie Szpital jest nowoczesną placówką medyczną udzielającą w szerokim zakresie świadczeń zdrowotnych.

Misją Szpitala jest świadczenie najwyższej jakości usług zdrowotnych w zakresie leczenia stacjonarnego, specjalistycznego oraz diagnostycznego. Świadczenia zdrowotne sprawowane są poprzez:

- zapewnienie całodobowej opieki stacjonarnej,
- udzielanie specjalistycznych i konsultacyjnych świadczeń, ambulatoryjnych w Zespole Przychodni Poradni Specjalistycznych,
- wykonywanie szerokiego zakresu badań diagnostycznych,
- prowadzenie badań i terapii psychologicznej,
- orzekanie i opiniowanie o stanie zdrowia,
- prowadzenie prac związanych ze statystyką medyczną,
- prowadzenie działań z zakresu promocji zdrowia,
- sprawowanie nadzoru nad orzecznictwem lekarskim o czasowej niezdolności do pracy.

Specjalistyczny Szpital im. E. Szczeklika w Tarnowie swoją strukturą obejmuje (rysunek 1):

- 14 oddziałów szpitalnych wraz z zapleczem diagnostycznym,
- Zespół Przychodni Poradni Specjalistycznych
- zaplecze administracyjno-techniczne,
- aptekę szpitalną.

Obecnie w Szpitalu pracuje ok. 840 osób.

3. Proces informatyzacji Szpitala

Informatyzacja jest koniecznością wymuszoną przez otoczenie organizacji — zaczynając od obowiązkowego dokonywania części rozliczeń w formie elektronicznej, a kończąc na konieczności posiadania adresów poczty elektronicznej i firmowej witryny internetowej, co jest istotne z kolei ze względów marketingowych.

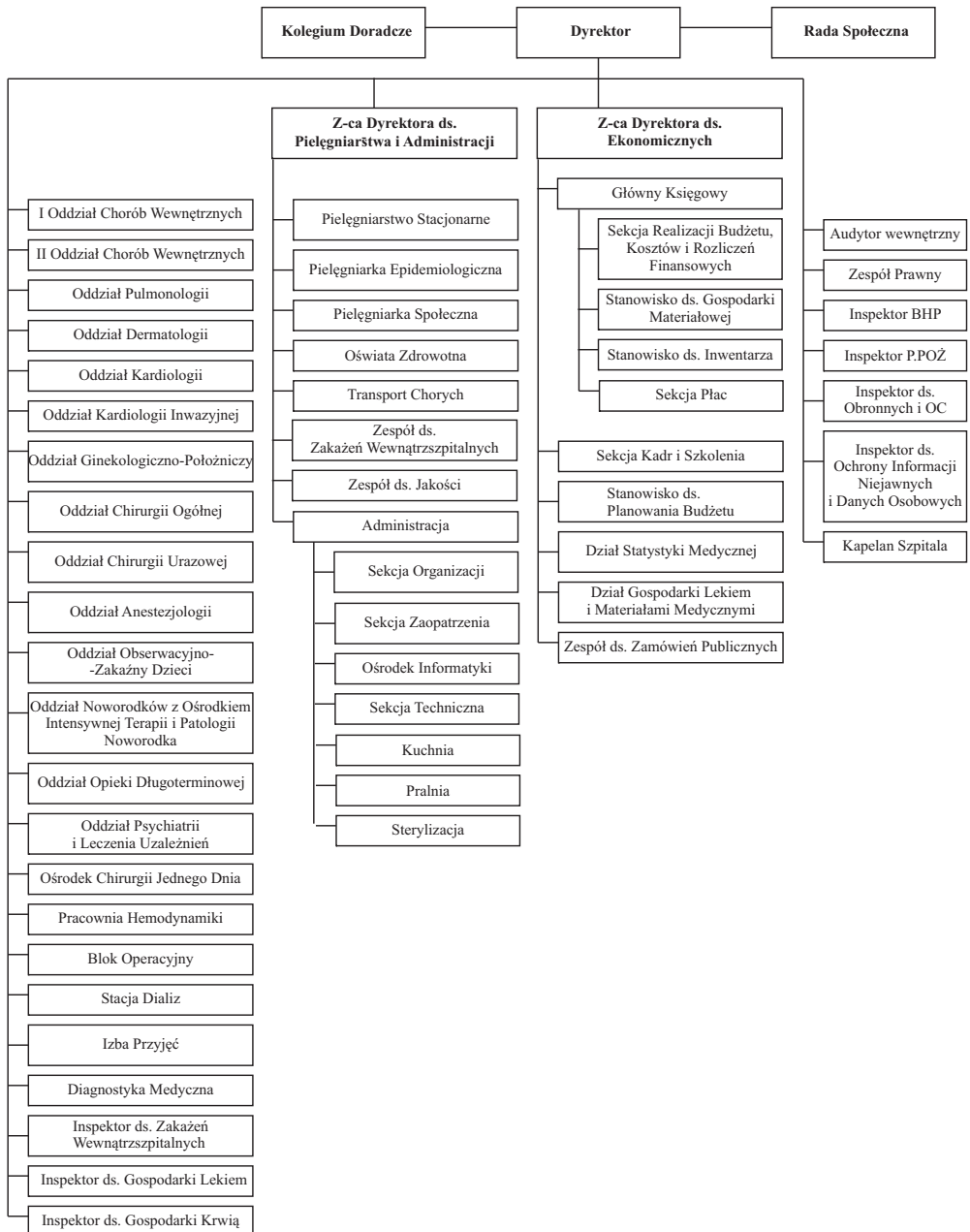
Aby posiadać określony system informatyczny, organizacje mają do wyboru kilka możliwości:

- zakup gotowego systemu,
- tworzenie i wdrażanie oprogramowania wewnątrz organizacji,

² Ta część artykułu została opracowana w całości w oparciu o stronę internetową i materiały wewnętrzne Szpitala.

Rysunek 1

Schemat organizacyjny Szpitala

Źródło: strona internetowa www.ssz.tar.pl

— zlecenie przygotowania systemu informatycznego zewnętrznej firmie informatycznej³.

Z kolei biorąc pod uwagę zakres wdrażania systemów informatycznych w różnych typach organizacji, można wymienić dwa sposoby informatyzacji:

- informatyzację kompleksową,
- informatyzację poszczególnych problemów i wycinkowych zadań⁴.

Podstawowym kryterium decydującym o wyborze strategii postępowania w przypadku informatyzacji organizacji jest wysokość przeznaczonych przez nią na ten cel środków finansowych oraz wiedza i kwalifikacje pracowników, których stanowiska pracy proces ten obejmuje.

Informatyzacja Szpitala rozpoczęła się w lipcu 1993 roku, jako cel główny tego procesu przyjęto usprawnienie działalności Szpitala w sferze administracyjnej. Proces informatyzacji rozpoczęto od księgowości. Kolejny rok poświęcony był na testowanie planowanego do zakupu oprogramowania i przełamywanie oporu pracowników w stosunku do wprowadzanych zmian. Na początku 1995 roku została podjęta decyzja o zakupie dotychczas testowanego oprogramowania FK — Koszty i zastąpieniu „papierowej” księgowości komputerowym systemem księgowania. W tym samym roku rozpoczęto w kraju realizację ministerialnego projektu informatyzacji Służby Zdrowia finansowanego z funduszy Banku Światowego, warunkiem przystąpienia do programu było sfinansowanie przez Szpital wykonawstwa sieci komputerowej. W roku 1996 w ramach realizacji powyższego projektu Szpital otrzymał nowy wydajny serwer z systemem sieciowym na 25 użytkowników i 16 nowoczesnych stacji roboczych, wyposażonych w systemy operacyjne. Do prac biurowych dostępny był 5-stanowiskowy system WINDOWS 3.11 i MS OFFICE.

W kolejnych latach zostały zakupione i wdrożone programy do obsługi Ewidencji Środków Trwałych, Gospodarki Materiałowej, Kadr i Płac oraz Analizy Kosztów i Ewidencja Wyposażenia. Jednocześnie zmodernizowano i dostosowano do nowych wymagań prawnych oprogramowanie FK — Koszty.

Na początku 1999 roku Szpital posiadał 24 zestawy komputerowe, 6 drukarek. Ze względu na rosnące potrzeby dostępu do oprogramowania zainstalowanego na serwerze zostało zakupione kolejnych 38 nowych zestawów komputerowych wyposażonych już w całości w graficzne środowisko użytkownika WINDOWS 98.

Aby usprawnić dostęp do serwera przy rosnącej ilości użytkowników w połowie 1999 roku zmodernizowano serwer znacznie zwiększając jego pamięć operacyjną i rozbudowano pamięć masową. Konieczne było również zmodernizowanie sieci poprzez zamianę w obrębie budynków administracji okablowania wykonanego kablem koncentrycznym na okablowanie kablem UTP. Od tego też roku używany jest do celów realizacji rozliczeń z ZUS program PŁATNIK.

W roku 1999, w związku z reformą służby zdrowia, nastąpiły istotne zmiany

³ Szerzej na ten temat [B. Barczak, K. Bartusik 2002].

⁴ Zobacz: jw.

w wymaganiach stawianych przed służbami informatycznymi Szpitala — przede wszystkim ze względu na konieczność informatyzacji „części białej” i przekazywania szczegółowych informacji w ramach Rejestru Usług Medycznych oraz rozliczeń z Kasami Chorych. We wrześniu 1999 roku dla uproszczenia rozliczeń z Kasami Chorych zostało zakupione oprogramowanie Fakturowania Usług Medycznych. Dla realizacji warunków kontraktów i dostarczania danych z realizacji kontraktów instalowane były programy dostarczane przez Kasy Chorych. W tym samym okresie zakupione zostało oprogramowanie APTEKA zrealizowane na nowoczesnej i wydajnej platformie baz danych SQL. Dla zaimplementowania tego oprogramowania wykonano sieć lokalną, którą dla zapewnienia skutecznego administrowania, zintegrowano z siecią ogólnoszpitalną. W połowie 2000 roku zakupiona została nowa wersja oprogramowania Gospodarka Materiałowa — całkowicie zmodernizowana i przeniesiona na platformę SQL.

Również w połowie 2000 roku rozpoczęła się realizacja II etapu przedsięwzięcia informatyzacji służby zdrowia, finansowanego ze środków Banku Światowego. Etap ten obejmuje dostawę oprogramowania ADT — Ruch Chorych. Warunkiem przystąpienia do projektu było wniesienie wkładu w postaci zakupu sprzętu i posiadania sieci spełniającej wymagania kontraktu. W ramach tego wkładu została zmodernizowana sieć komputerowa Szpitala przez utworzenie rozdzielnej podsieci realizującej połączenie oddziałów szpitalnych, zakupiono 6 dodatkowych zestawów komputerowych wraz z platformą WINDOWS 98 oraz nowoczesny serwer niezbędny do obsługi tego oprogramowania. Wdrożenie oprogramowania zgodnie z harmonogramem projektu Ministerstwa miało nastąpić do połowy 2001 roku.

W związku z postępującą informatyzacją „części białej” w lipcu 2000 roku zorganizowano Ośrodek Informatyki, którego podstawowymi zadaniami do chwili obecnej jest wykonywanie prac związanych z budową i administracją sieci oraz prac planistycznych, wdrożeniowych, a także związanych z tzw. utrzymaniem systemów informatycznych.

W połowie 2002 roku ukończone zostało wdrożenie oprogramowania dla Apteki, wraz z niezbędnym szkoleniem personelu obsługującego ww. program. W drugiej połowie 2002 roku, korzystając z sal ćwiczeniowych jednej z tarnowskich uczelni, przeprowadzono bezpłatne szkolenia dla sekretarek Szpitala z zakresu podstaw obsługi komputera, Windows'a 98, oprogramowania biurowego Star Office 5.2, a także dla 270 pielęgniarek z zakresu systemu ADT (szkolenia te były przygotowane i prowadzone przez pracowników Ośrodka Informatyki).

W roku 2003 zainstalowano w budynku Dyrekcji niezależną sieć, pozwalającą na stały dostęp do Internetu Sekcji Zamówień Publicznych i Sekcji Organizacji i Nadzoru, opartą na łączu SDI. W związku z planowaną zmianą oprogramowania dla Księgowości, Płac i Kadr wymieniony został główny szkielet sieci na terenie Szpitala łączący Serwerownię z budynkami Dyrekcji i Administracji. Zakupiono również 18 nowych zestawów komputerowych oraz 1 nowoczesny serwer wraz z nagrywką i drukarką spełniający wymogi nowego oprogramowania. Wy-

konano także sieć łączącą uruchamiany Rezonans Magnetyczny z Pracownią Hemodynamiki.

W marcu 2003 roku została podpisana umowa na zakup nowego oprogramowania Systemu InfoMedica obsługującego księgowość, kadry i płace. Wdrażanie nowego oprogramowania dla księgowości, kadr i płac łączyło się ściśle z gruntowną przebudową istniejącej sieci.

W drugiej połowie 2003 roku po przeanalizowaniu dostępnego na rynku oprogramowania dla laboratorium oraz pracowni szpitalnych podjęto decyzję o zakupie kolejnych programów z pakietu InfoMedica firmy Computerland.

Na przełomie lat 2003 i 2004 przygotowując się wstępnie do wymagań stawianych przez Computerland odnośnie do sprzętu dla nowego oprogramowania, zmodernizowano komputery przeznaczone dla laboratorium oraz wykonano nowy odcinek sieci komputerowej łączący laboratorium z istniejącą siecią. W chwili obecnej jest prowadzony proces wdrażania nowo zakupionych modułów pakietu.

4. System informatyczny zarządzania⁵

Pierwotnym i podstawowym zadaniem systemu informatycznego zarządzania, wynikającym z jego definicji jest usprawnienie czynności zarządczych poprzez polepszenie obiegu, przetwarzania i magazynowania informacji w organizacji za pomocą efektywnego wykorzystania nowoczesnych środków technicznych [M. Szmit 2003, s. 25].

System informatyczny zarządzania w organizacji, jaką jest szpital, jest specyficzny. Specyfika ta wynika z charakteru usług, jakie szpital świadczy na rzecz pacjentów. Usprawnienie czynności zarządczych poprzez ten system polega na możliwości uzyskania wiarygodnych informacji w zakresie kosztów leczenia pacjenta. Uzyskanie prawdziwej informacji jest możliwe dzięki odpowiedniej jakości infrastruktury technicznej systemu oraz oprogramowaniu, jakie jest w nim wykorzystywane.

Obecnie infrastruktura techniczna informatycznego systemu zarządzania w Specjalistycznym Szpitalu im. E. Szczeklika składa się z: 2 serwerów, 75 zestawów komputerowych znajdujących się na poszczególnych oddziałach szpitalnych oraz 45 komputerów w jednostkach administracyjno-technicznych, 45 drukarek, 19 czytników kodów kreskowych.

InfoMedica⁶ jest zintegrowanym pakietem oprogramowania, który zaspokaja wszystkie najważniejsze potrzeby informatyczne dużego zakładu opieki zdrowotnej, świadczącego usługi medyczne w oparciu o kontrakty z Narodowym Fundu-

⁵ Dla potrzeb artykułu przyjęto następującą definicję systemu informatycznego zarządzania: *systemem takim nazywać będziemy skomputeryzowaną część podsystemu informacyjnego danej organizacji odpowiedzialną za wspomaganie zarządzania oraz za odbiór i przekazywanie informacji do innych podsystemów istniejących w organizacji i do jej otoczenia* [M. Szmit 2003, s. 18].

⁶ Przy opisie pakietu InfoMedica wykorzystano materiały informacyjne zamieszczone na stronie internetowej firmy Computerland.

szem Zdrowia. Podstawowym przeznaczeniem pakietu jest wspomaganie zadań dostawcy usług zdrowotnych w ubezpieczeniowym systemie ochrony zdrowia, z których najważniejsze to:

- planowanie, ewidencja, monitorowanie i rozliczanie kontraktów podpisywanych przez świadczeniodawców z kasami chorych lub innymi płatnikami,
- ewidencja realizacji świadczeń zdrowotnych, w tym sprawozdawczość dla uprawnionych organów kontroli i nadzoru,
- rachunek kosztów, w tym kalkulacje kosztów świadczeń, decyzje cenowe, rachunek wyników, w tym rachunkowość finansowa, zarządcza, controlling,
- ocena kondycji finansowej.

Realizacja tych zadań umożliwi właściwe rozwiązywanie problemów decyzyjnych, a w konsekwencji skuteczne zarządzanie samodzielnym zakładem opieki zdrowotnej, gwarantujące jego przetrwanie i rozwój w warunkach działania mechanizmów rynkowych. Wyposażenie pakietu w narzędzia wspomagające proces planowania oraz monitorowania wyników i kosztów w standardach rachunkowości finansowej oraz zarządczej stawia pakiet InfoMedica w klasie systemów wspomagających koncepcję zarządzania zwaną controllingiem.

Pakiet składa się z kilkudziesięciu zintegrowanych ze sobą programów, które instalowane są m.in. w księgowości, rachubie płac, dziale kadr, w księgowości materiałowej, w magazynach, w dziale marketingu i obsługi kontraktów, na izbach przyjęć, oddziałach, w laboratoriach i pracowniach diagnostycznych, na blokach operacyjnych, w ambulatoriach i w aptece szpitalnej.

Najważniejsze elementy pakietu InfoMedica można podzielić na dwa rodzaje⁷:

- Elementy zarządcze i administracyjne pakietu:
 - Finanse i Księgowość z Rachunkiem Kosztów,
 - Kalkulacja Kosztów Leczenia,
 - Kadry i Płace,
 - Gospodarka Materiałowa,
 - Środki Trwałe,
 - Wyposażenie,
 - Rejestr Sprzedaży,
 - Wycena Kosztów Normatywnych,
 - Kasa.
- Elementy medyczne pakietu:
 - Ruch Chorych,
 - Laboratorium,
 - Pracownia Diagnostyczna,
 - Ambulatorium,
 - Blok Operacyjny,
 - Żywnienie Chorych,
 - Apteka,
 - Apteczka Oddziałowa.

⁷ Ze względu na ograniczone ramy artykułu elementy pakietu nie będą szczegółowo opisywane.

Pakiet wyposażony jest w rozszerzenia funkcjonalne aplikacji medycznych: Zlecenia i Dokumentacja Medyczna.

Aplikacje medyczne ewidencjonujące świadczenia (Ruch Chorych, Przychodnia-Ambulatorium, Laboratorium i Pracownia Diagnostyczna) wyposażone są w mechanizmy rozliczenia kontraktów: Obsługa Kontraktów.

Integrację oraz przepływ informacji między aplikacjami pakietu pokazuje rysunek 2.

W chwili obecnej w Szpitalu w ramach systemu informatycznego zarządzania wdrożono następujące elementy pakietu: Ruch Chorych, Apteka oraz Finanse i Księgowość z Rachunkiem Kosztów, Rejestr Sprzedaży, Wycena Kosztów Normatywnych, Kadry i Płace, Gospodarka Materiałowa, Środki Trwałe. Docelowo mają zostać wdrożone jeszcze: Laboratorium Analityczne, Pracownie Diagnostyczne, Zlecenia, Blok Operacyjny, Kalkulacja Kosztów Leczenia, Apteczka Odziałowa.

4. Zakończenie

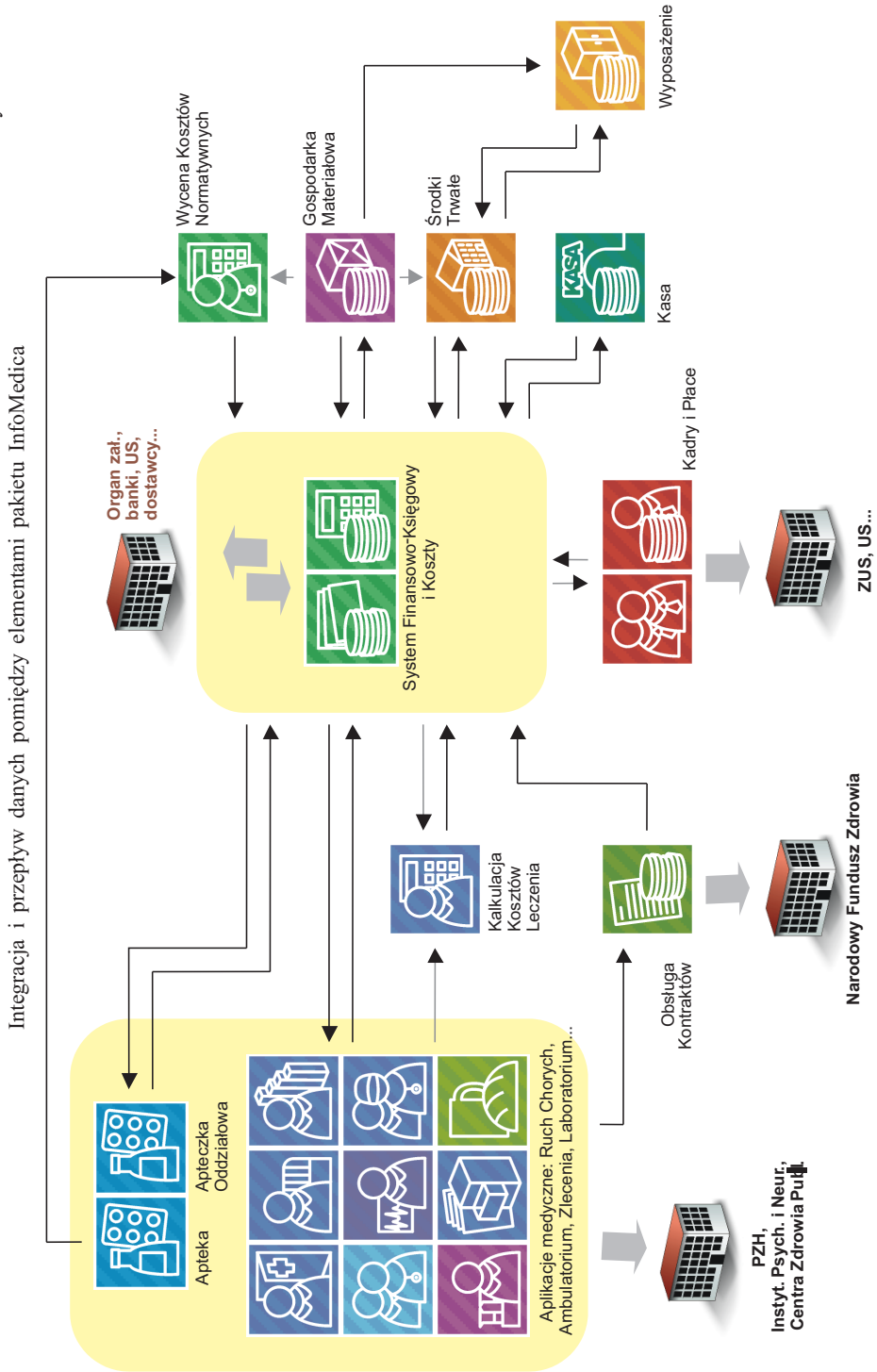
1. Rozpoczęty proces informatyzacji przy dalszym postępie i unowocześnieniu technik informatycznych powoduje, że zastosowanie informatyki w dalszej działalności Szpitala staje się nieodzowne. Po wprowadzeniu Rozliczeń wg procedur medycznych niezbędne jest rozbudowanie systemu ADT — Ruch Chorych. Dla prawidłowego działania i właściwego spełniania jego funkcji konieczne jest zwiększenie ilości stanowisk na każdym oddziale, dołączenie do systemu działów diagnostycznych i analitycznych. Dla zrealizowania takiego kształtu oprogramowania ADT niezbędne będzie rozbudowanie sieci w celu dołączenia dodatkowych stanowisk oraz zakup sprzętu komputerowego na te stanowiska.

2. Należy zauważyć, iż proces informatyzacji Szpitala nie polegał jedynie na wdrażaniu nowego oprogramowania i tworzeniu technicznej infrastruktury, lecz również na zmianach umiejętności i kwalifikacji pracowników oraz w strukturze organizacyjnej jednostki.

3. Wśród korzyści wynikających z funkcjonowania systemu informatycznego zarządzania w Szpitalu można wymienić: sprawne przekazywanie informacji dotyczących procesu leczenia na poziomie pojedynczego pacjenta, oddziału czy też szpitala jako całości; możliwość ustalenia kosztu leczenia jednego pacjenta; efektywne zarządzanie apteką szpitalną poprzez eliminację zakupu niepotrzebnych leków oraz zwiększenie kontroli nad wykorzystaniem leków drogiej i tzw. specjalnego nadzoru.

4. Informatyzacja Szpitala przyczyniła się także do zmiany jego wizerunku: posiadanie strony internetowej, komunikowanie się drogą elektroniczną czy też sam fakt posługiwania się technologiami informatycznymi w codziennej działalności, sprawia, iż jest on postrzegany jako nowoczesna placówka.

Rysunek 2



Źródło: Materiały informacyjne firmy Computerland dostępne w Internecie, na stronie www.computerland.pl.

Bibliografia

- Barczak B., Bartusik K., *Wykorzystanie technik informatycznych w zarządzaniu administracją publiczną* [w:] *Zarządzanie firmą w społeczeństwie informacyjnym*, pod red. A. Stabryły, Materiały Konferencji Naukowej Szczawnica 26—29 września 2002, Kraków 2002.
- Kacała J., *Organizacje usługowe a otoczenie konkurencyjne (na przykładzie szpitali klinicznych)* [w:] *Zarządzanie firmą w społeczeństwie informacyjnym*, pod red. A. Stabryły, Materiały Konferencji Naukowej Szczawnica 26—29 września 2002, Kraków 2002.
- Kamiński Sz., *Rola rejestru usług medycznych w zarządzaniu ochroną zdrowia w Polsce* [w:] *Zarządzanie firmą w społeczeństwie informacyjnym*, pod red. A. Stabryły, Materiały Konferencji Naukowej Szczawnica 26—29 września 2002, Kraków 2002.
- Materiały wewnętrzne Specjalistycznego Szpitala im. E. Szczeklika w Tarnowie.
- Strona internetowa firmy Computerland: www.computerland.pl.
- Strona internetowa Specjalistycznego Szpitala im. E. Szczeklika w Tarnowie: www.ssz.tar.pl.
- Szmit M., *Informatyka w zarządzaniu*, Difin, Warszawa 2003.

JACEK WOŁOSZYN

Obliczeniowe aspekty modelowania systemów chaotycznych

Wprowadzenie

Badanie dynamiki systemów z chaosem deterministycznym prowadzone jest zwykle przy istotnym wykorzystaniu elektronicznej techniki obliczeniowej i ma najczęściej formę komputerowych eksperymentów symulacyjnych. Właściwie zaprojektowane i utworzone oprogramowanie komputerowe pozwala w wygodny sposób generować wymaganej długości szeregi czasowe, które stanowią wynik obserwacji modelu matematycznego badanego systemu dynamicznego. Komputer wraz ze stosownym oprogramowaniem służyć może również do wykonywania obliczeń w fazie analizy rezultatów rejestrowanych podczas przebiegu eksperymentu symulacyjnego. Zasoby systemu komputerowego i ich wykorzystanie w dużym stopniu wpływają na kształt formułowanych wniosków i hipotez naukowych stanowiących w większości przypadków główny cel prowadzonych eksperymentów. Od jakości wykonywanych obliczeń komputerowych zależą w znacznej mierze kierunki planowanych dalszych badań naukowych, a niejednokrotnie również podejmowane ustalenia aplikacyjne. Duże znaczenie ma także efektywność wykorzystywanych metod obliczeniowych przejawiająca silny wpływ na czas potrzebny do realizacji zaplanowanych eksperymentów symulacyjnych.

Pojęcie chaosu deterministycznego łączy w sobie dwa przeciwstawne niejako terminy: chaos i determinizm. Określenia te intuicyjnie rozumiane jako przeciwstawne [I. Stewart 1996; J. Gleick 1996] łączą się jednak harmonijnie w opisie zachowania się szerokiej klasy systemów dynamicznych. Chaos i determinizm prezentują dwa różne aspekty dynamiki badanego systemu przedmiotowego. Cecha determinizmu wiąże się z możliwością w pełni jednoznacznego wyznaczenia przyszłego stanu systemu na podstawie znajomości jego stanu bieżącego oraz stanów poprzednich leżących na trajektorii ewolucji systemu w przestrzeni jego stanów. Warto wspomnieć, że w nieco innym rozumieniu determinizm może oznaczać wyłącznie możliwość prognozowania przyszłych stanów systemu, co oznacza wyznaczanie prawdopodobieństwa wystąpienia określonych stanów, a nie przewidywanie dokładnego ilościowo przyszłego zachowania się systemu. Takie założenie badawcze jest powszechnie stosowane w analizie dynamiki systemów

ekonomicznych i innych systemów dynamicznych należących do klasy tzw. miękkich systemów (np. systemy biologiczne, społeczne).

Generalnie należy stwierdzić, że chaos pojawiający się w systemie dynamicznym związany jest z obserwowanymi w tym systemie przebiegami mającymi zdecydowanie nieregularny charakter. Zmienne opisujące stan systemu chaotycznego mają postać szeregów czasowych o trudnym do przewidywania przebiegu ich wartości. To przewidywanie staje się coraz trudniejsze w miarę wydłużania rozważanego zakresu czasowego szeregu [G. L. Baker, J. P. Gollub 1998; E. Ott 1997; H. G. Schuster 1995]. Opisywana nieprzewidywalność systemów chaotycznych wynika z ich bardzo dużej wrażliwości na warunki początkowe, czego obserwowanym efektem jest zbliżanie się i oddalanie w przestrzeni stanów systemu dwóch trajektorii systemu, mających dowolnie blisko położone punkty startowe. Należy przy tym pamiętać, że zachowanie się systemu chaotycznego pozostaje całkowicie zdeterminowane, co oznacza pełną przewidywalność dynamiki systemu w krótkich odcinkach czasu.

Warunkiem koniecznym wystąpienia zachowania chaotycznego w systemie dynamicznym jest nieliniowość tego systemu. Model matematyczny systemu nieliniowego nie poddaje się łatwo badaniu metodami analitycznymi. Powszechnie stosowanym wyjściem z takiej sytuacji jest linearyzacja modelu. Większość rzeczywistych systemów, które stanowią przedmiot badań, jest w różnym stopniu nieliniowa i ze względu na ograniczone możliwości metod analitycznych ich modele matematyczne, mające zwykle postać układu równań różniczkowych, poddawane są wspomnianej procedurze linearyzacji. Eksperymenty symulacyjne pozwalają na znajdowanie rozwiązania równań różniczkowych modelu matematycznego metodami iteracyjnymi. Wymaga to wcześniejszego przekształcenia modelu do postaci równań różnicowych. Ich rozwiązywanie metodami numerycznymi związane jest z problemem stabilności komputerowych obliczeń. W pracy tej rozważane są pewne zagadnienia dotyczące wspomnianej stabilności obliczeń numerycznych, które od strony aplikacyjnej stanowią istotę przeprowadzanych eksperymentów komputerowych z modelami matematycznymi systemów chaotycznych.

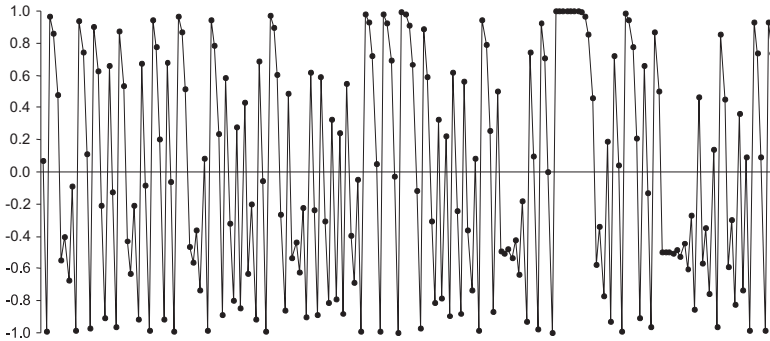
1. Proste odwzorowania generujące chaos

Sprowadzanie układu równań różniczkowych do postaci adekwatnego układu równań różnicowych prowadzi do skonstruowania modelu matematycznego złożonego z pewnych formuł mających charakter iteracyjny. Formuły te z natury swojej generują wartości szeregu czasowego, który reprezentuje wybraną zmienną badanego modelu. Klasycznym już przykładem modelu systemu dynamicznego generującego chaos jest odwzorowanie kwadratowe [I. Stewart 1996], mające postać następującej formuły iteracyjnej:

$$x_{t+1} = 2x_t^2 - 1 \tag{1}$$

Rysunek 1

Wykres zmiennej x o wartościach generowanych przez odwzorowanie kwadratowe (1)

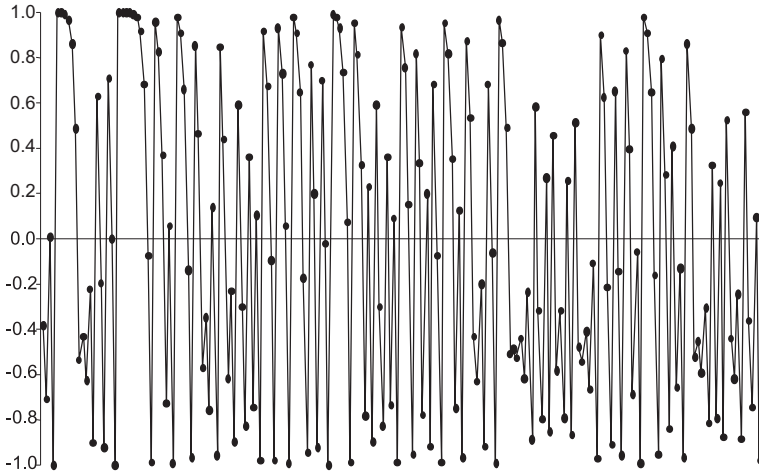


Funkcja kwadratowa występująca w równaniu (1) z natury swojej nieliniowa wprowadza do modelu matematycznego nieliniowość warunkującą wystąpienie zjawisk chaosu. O tym, że generowany równaniem (1) szereg czasowy reprezentuje chaos deterministyczny można się przekonać wybierając w sposób w dużej mierze arbitralny pewną wartość początkową x_0 dla zmiennej x w początkowej chwili czasu $t = 0$, która stanowi początkowy moment komputerowego eksperymentu symulacyjnego z naszym prostym modelem systemu dynamicznego. W dalszej kolejności wielokrotnie stosujemy odwzorowanie (1) do sukcesywnego generowania wartości zmiennej x . Po osiągnięciu założonego wcześniej horyzontu symulowanego czasu uzyskujemy, jako rezultat symulacji, szereg czasowy opisujący zachowanie się systemu w dyskretnych momentach czasu.

Wyniki dokonanej symulacji w postaci wykresu fragmentu szeregu czasowego wygenerowanego przez formułę (1) przedstawione zostały na rysunku 1. Nawet pobieżna analiza przedstawionego wykresu wskazuje na występowanie w otrzymanym szeregu czasowym znacznych nieregularności dotyczących kształtu w przebiegu obserwowanej zmiennej x rozważanego modelu. Wykonany eksperyment symulacyjny możemy wielokrotnie powtarzać wybierając za każdym razem inną wartość początkową x_0 . Uzyskiwane kolejno szeregi czasowe mają każdorazowo inny przebieg wartości i wykazują pod względem kształtu odpowiadających im wykresów całkowity brak podobieństwa. Wynika to ze wspomnianej wcześniej dużej wrażliwości systemów chaotycznych reprezentowanych przez swoje modele matematyczne na warunki początkowe. Łatwo jest się o tym przekonać powtarzając procedurę iterowania odwzorowania (1) dla wartości początkowej niewiele różniącej się od poprzednio wybranej wartości. Zwiększając nieznacznie wartość początkową x_0 poprzez dodanie składnika 10^{-15} uzyskujemy szereg czasowy przedstawiony w postaci wykresu na rysunku 2. Porównując otrzymane wykresy stwierdzamy zdecydowanie inny kształt przebiegu szeregu czasowego w obydwu przypadkach.

Rysunek 2

Zmiana kształtu wykresu zmiennej x o wartościach generowanych przez odwzorowanie kwadratowe (1) po nieznacznym powiększeniu wartości początkowej o 10^{-15}



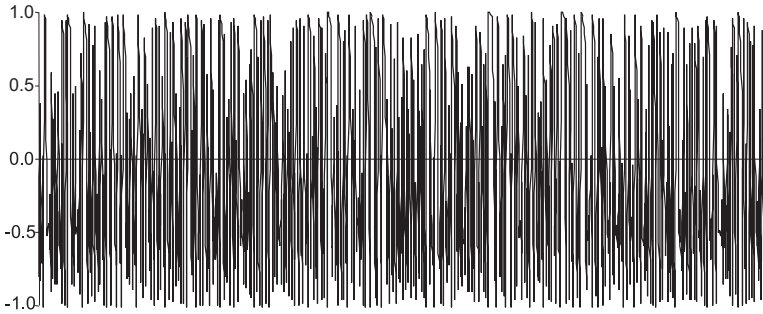
2. Precyzja komputerowo realizowanych obliczeń numerycznych

Obliczenia numeryczne realizowane przy wykorzystaniu systemu komputerowego podlegają pewnym istotnym ograniczeniom dotyczącym dokładności wykonywanych przez komputer operacji arytmetycznych. Przyczyny wspomnianych ograniczeń związane są w głównej mierze ze sprzętem komputerowym oraz wykorzystywanym oprogramowaniem. Jednym z tych czynników jest długość rejestrów arytmetycznych procesora i innych elementów architektury sprzętowej komputera. Drugim czynnikiem wyznaczającym dokładność obliczeń w systemie komputerowym jest specyfika oprogramowania, które wykorzystywane jest do obliczeń. Dokładność realizowanych przez program obliczeń może być w znacznym stopniu zwiększona w stosunku do standardowej dokładności obliczeniowej właściwej dla używanego sprzętu. Można to osiągnąć poprzez programową realizację obliczeń zwiokrotnionej precyzji. Jednak ceną za większą dokładność jest w tym przypadku adekwatne wydłużenie czasu potrzebnego do wykonania obliczeń.

Interesującym (zarówno z teoretycznego, jak i praktycznego punktu widzenia) zagadnieniem jest zbadanie wpływu dokładności wykonywanych w systemie komputerowym obliczeń numerycznych, związanych z generowaniem przez rozpatrywany model systemu dynamicznego szeregów czasowych, na zachowania chaotyczne tego modelu. Przeprowadzenie odpowiedniego eksperymentu symulacyjnego powinno zostać poprzedzone analizą wpływu zaokrągleń dokonywanych w procesie obliczeniowym na końcowe rezultaty symulacji.

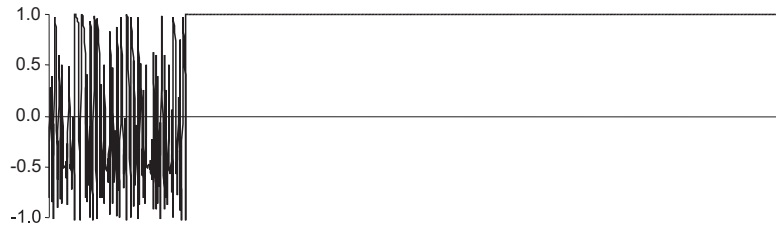
Rysunek 3

Wpływ dokładności obliczeń, odwzorowanie $x_{t+1} = 2x_t^2 - 1$, $x_0 = 0,3478500$, dokładność obliczeń 7 cyfr dziesiętnych



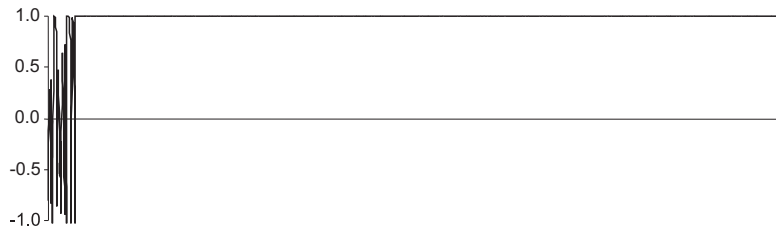
Rysunek 4

Wpływ dokładności obliczeń, odwzorowanie $x_{t+1} = 2x_t^2 - 1$, $x_0 = 0,3478500$, dokładność obliczeń 6 cyfr dziesiętnych



Rysunek 5

Wpływ dokładności obliczeń, odwzorowanie $x_{t+1} = 2x_t^2 - 1$, $x_0 = 0,3478500$, dokładność obliczeń 5 cyfr dziesiętnych



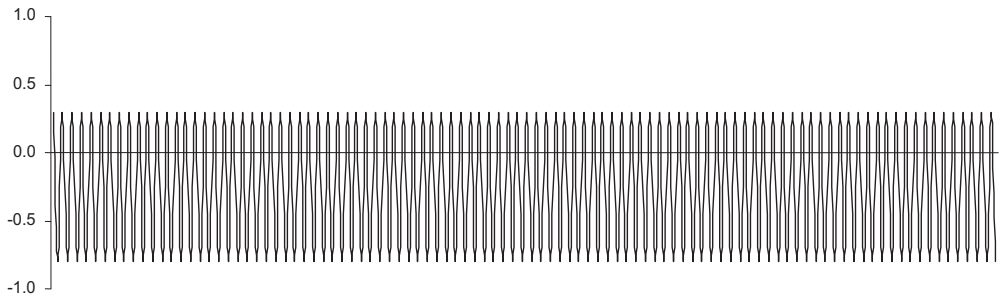
Przeprowadzając eksperyment symulacyjny z modelem (1) zmiennej występującej w tym modelu nadajemy pewną wartość początkową, którą standardowo reprezentuje n -cyfrowy zapis dziesiętny. Każda operacja mnożenia zwiększa o n liczbę cyfr rezultatu tej operacji. Wykonując kolejne iteracje formuły (1) obserwujemy szybkie zwiększanie się długości części ułamkowej wartości zmiennej rozpatrywanego modelu. Powszechnie stosowanym w systemach komputerowych

ograniczeniem precyzji obliczeń jest zaokrąglenie rezultatu wykonanej operacji arytmetycznej zgodnie z przyjętą dokładnością obliczeń.

Powtarzając kilkakrotnie obliczenia symulacyjne zaobserwować możemy wpływ dokładności wykonywanych obliczeń na rezultaty eksperymentów w postaci generowanych przez model (1) szeregów czasowych. Przed rozpoczęciem eksperymentu wybieramy wartość początkową $x_0 = 0,3478500$ i ustalamy jednocześnie dokładność prowadzonych obliczeń na 7 cyfr części ułamkowej wartości zmiennej x_t . Wyniki obliczeń przedstawione zostały na rysunku 3. Na podstawie zamieszczonego wykresu stwierdzić możemy występowanie zachowania o charakterze chaotycznym. Powtarzając wykonane obliczenia przy zachowanych poprzednich warunkach oraz zmniejszonej jedynie dokładności operacji arytmetycznych do 6 cyfr, a następnie do 5 cyfr, obserwujemy (rysunki 4 i 5) skrócenie odcinków o charakterze chaotycznym w przebiegu zmiennej x_t . Dalsze zachowanie obserwowanej zmiennej cechuje stabilizacja mająca formę szeregu o stałych wartościach równych 1.

Rysunek 6

Wpływ dokładności obliczeń, odwzorowanie $x_{t+1} = 2x_t^2 - 1$, $x_0 = 0,3$, dokładność obliczeń 1 cyfra dziesiętna, długość cyklu 2



W miarę zmniejszania dokładności obliczeń wykonywanych w trakcie eksperymentu komputerowego obserwujemy stopniowe przechodzenie badanego modelu matematycznego od zachowania chaotycznego do zachowania o większym stopniu regularności. Własność tę widać wyraźnie na rysunku 6, które prezentuje szereg czasowy generowany przez odwzorowanie (1) dla wartości początkowej $x_0=0,3$ przy ustalonej jednocyfrowej dokładności wykonywanych komputerowo obliczeń numerycznych.

Analizując proces obliczeniowy, który prowadzony jest z kontrolowaną redukcją precyzji wykonywanych operacji arytmetycznych (co można w prosty sposób uzyskać programowo za pomocą odpowiednich procedur komputerowych zaokrąglających rezultaty operacji numerycznych), łatwo zauważamy mechanizm pojawiania się regularności w szeregu czasowym generowanym przez rozważany model systemu chaotycznego. Zmienna x_t generowana przez odwzorowanie (1)

przy założeniu jednocyfrowej dokładności może przyjmować jedynie wartości ze skończonego zbioru, który w punkcie startowym ma postać $\{-1,0; -0,9; -0,8; -0,7; -0,5; -0,3; 0,0; 0,3; 0,6; 1,0\}$. W kolejnych iteracjach zbiór możliwych wartości zmiennej x_t zostaje zredukowany do czteroelementowego zbioru $\{-0,8; -0,5; 0,3; 1,0\}$. Zbiory wartości tej zmiennej w kolejnych krokach obliczeń przedstawione zostały w poszczególnych kolumnach tabeli 1. Końcowy zbiór $\{-0,8; -0,5; 0,3; 1,0\}$ uzyskany w piątym kroku prowadzi do generowania dwóch stałych szeregów czasowych o wartościach 1,0 oraz -0,5 lub szeregu stanowiącego cykl długości 2 o wartościach -0,8 i 0,3.

Tabela 1

Zbiory możliwych wartości szeregu czasowego generowanych w kolejnych krokach iteracji przy dokładności jednocyfrowej

Start	Krok 1	Krok 2	Krok 3	Krok 4	Krok 5
-1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
-0,9	0,6	-0,3	-0,8	0,3	-0,8
-0,8	0,3	-0,8	0,3	-0,8	0,3
-0,7	0,0	-1,0	1,0		
-0,6	-0,3	-0,8			
-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
-0,4	-0,7	0,0	-1,0	1,0	
-0,3	-0,8	0,3	-0,8		
-0,2	-0,9	0,6	-0,3	-0,8	
-0,1	-1,0	1,0			
0,0	-1,0				
0,1	-1,0				
0,2	-0,9				
0,3	-0,8				
0,4	-0,7				
0,5	-0,5				
0,6	-0,3				
0,7	0,0				
0,8	0,3				
0,9	0,6				
1,0	1,0				

Analogiczna sytuacja występuje w przypadku prowadzenia obliczeń z dokładnością do dwóch cyfr dziesiętnych. Zmienna x_t generowana przez to samo odwzorowanie (1) może przyjmować wartości ze skończonego zbioru, który w momencie startowym liczy 201 elementów $\{-1,00; -0,99; 0,98; -0,97; \dots; 0,97; 0,98; 0,99; 1,00\}$. Kolejne kroki iteracji redukują zbiór możliwych wartości zmiennej x_t . W kroku 12 obejmuje on jedynie 24 elementy $\{-0,99; -0,97; -0,90; -0,89; -0,81; -0,78; -0,68; -0,66; -0,50; -0,40; -0,33; -0,23; -0,13; -0,08; 0,22; 0,31; 0,41; 0,55; 0,58; 0,62; 0,84; 0,88; 0,96; 1,00\}$. Od kroku 13 każdy generowany szereg czasowy staje się cykliczny. Najdłuższy cykl ma długość 12 kroków. Są jednak cykle krótsze. Dokładniejsza analiza wskazuje na występowanie dodatkowo cyklu długości 8 oraz 2 kroków, a także dwóch różnych szeregów o stałych wartościach, co odpowiada cyklom o długości 1. Omówione własności przedstawia tabela 2.

Tabela 2

Ciągi wartości stanowiące cykle przy dokładności dwucyfrowej

Długość cyklu 1	Długość cyklu 1	Długość cyklu 2	Długość cyklu 8	Długość cyklu 12
-0,50	1,00	-0,81	-0,90	-0,99
		0,31	0,62	0,96
			-0,23	0,84
			-0,89	0,41
			0,58	-0,66
			-0,33	-0,13
			-0,78	-0,97
			0,22	0,88
				0,55
				-0,40
				-0,68
				-0,08

Zauważmy, że w obydwu analizowanych przypadkach (przy generowaniu szeregów czasowych z jednocyfrową i dwucyfrową dokładnością) występują stałe szeregi o wartościach $-0,5$ oraz $1,0$. Dodatkowe podobieństwo dotyczy szeregów z cyklem długości 2 o wartościach odpowiednio $-0,8$ i $0,3$ dla przypadku dokładności jednocyfrowej oraz $-0,81$ i $0,31$ dla przypadku dokładności dwucyfrowej.

W podobny sposób można poddać analizie proces generowania szeregów czasowych za pomocą odwzorowania (1), zakładając każdorazowo inną dokładność wykonywanych obliczeń. Łatwo przewidzieć, że otrzymamy podobne rezultaty wskazujące na występowanie cykliczności w uzyskiwanych szeregach czasowych.

Przy dokładności prowadzonych obliczeń wynoszącej n cyfr dziesiętnych, maksymalna długość cyklu $d_{\max}(n)$ ograniczona jest od góry zależnością:

$$d_{\max}(n) \leq 2 \cdot 10^n + 1 \quad (2)$$

Interesującym zagadnieniem byłoby bardziej szczegółowe zbadanie, jakie cykle pojawiają się w szeregach czasowych generowanych przez odwzorowanie (1) przy zmieniającej się dokładności obliczeń.

Podsumowując nasze rozważania dotyczące rozpatrywanych modeli systemów chaotycznych sformułować można ogólny wniosek o braku ostrej i wyraźnej granicy pomiędzy zachowaniem chaotycznym i zachowaniem regularnym. Trudno bowiem za chaotyczne uznać zachowanie systemu opisywane szeregiem czasowym przedstawionym na rysunku 6, ilustrującym wyniki jednocyfrowej dokładności obliczeń. W miarę zwiększania dokładności obliczeń odcinek szeregu czasowego z zachowaniem chaotycznym wydłuża się. Wydłużają się również cykle obserwowane w szeregu czasowym.

Zakończenie

Standardową dokładnością obliczeniową większości programów komputerowych jest 15 cyfr dziesiętnych. Uwzględniając zależność (2) możemy stwierdzić, że każdy komputerowo generowany szereg czasowy (przez deterministyczne odwzorowanie) jest szeregiem cyklicznym, przy czym oczywiście długość występującego cyklu może być w ogólnym przypadku bardzo duża. Cykl o długości 10^{13} lub większej może być traktowany jako praktycznie nieskończony w przypadku analizy komputerowej. W większości komputerów nie jest możliwe przechowanie wspomnianej ilości liczb w pamięci komputera. Nie jest również ze względów czasowych możliwe realne wykonanie w trybie sekwencyjnym obliczeń niezbędnych do uzyskania zbioru 10^{13} wartości liczbowych. Warunkiem obserwowania i badania przebiegów chaotycznych w modelu systemu dynamicznego jest możliwość wykonywania obliczeń z wystarczająco dużą dokładnością. Warunki takie może zapewnić nowa i odpowiednio wykorzystana technika komputerowa.

Bibliografia

- Baker G. L., Gollub J. P., *Wstęp do dynamiki układów chaotycznych*, PWN, Warszawa 1998.
Gleick J., *Chaos*, Zysk i S-ka, Poznań 1996.
Ott E., *Chaos w układach dynamicznych*, WNT, Warszawa 1997.
Schuster H. G., *Chaos deterministyczny. Wprowadzenie*, PWN, Warszawa 1995.
Stewart I., *Czy Bóg gra w kości? Nowa matematyka chaosu*, PWN, Warszawa 1996.

JACEK WOŁOSZYN

Symulacyjne badanie stabilności numerycznej odcinkami liniowych modeli systemów chaotycznych

Wstęp

W otaczającej nas rzeczywistości wiele systemów cechuje dynamika, w której obserwować można zachowania określane mianem chaotycznych. Zjawiska te wynikają ze specyficznego charakteru dynamiki wspomnianych systemów. Oznaczają one w głównej mierze występowanie w analizowanym systemie (lub modelu matematycznym tego systemu) przebiegów mających zdecydowanie nieregularny kształt [E. Ott 1997; H. G. Schuster 1995]. Przebiegi te są bardzo trudne do przewidzenia w długim okresie, przy czym zwiększenie długości horyzontu czasowego prognozy zachowania się systemu zmniejsza radykalnie trafność tej prognozy. Termin *chaos deterministyczny* łączy w sobie pełny determinizm dotyczący dynamiki systemu, z którego wynika całkowita jednoznaczność zachowania się systemu, z nieregularnymi przebiegami niektórych zmiennych stanu tego systemu, co daje pozory zachowania losowego, z natury trudnego do przewidywania.

Jednym z koniecznych warunków wystąpienia zachowania chaotycznego w systemie deterministycznym jest nieliniowość relacji występujących w tym systemie. W systemach liniowych (gdzie reakcja na bodziec jest proporcjonalna do tego bodźca) nie obserwujemy zachowania chaotycznego. Zupełnie inny charakter mają systemy nieliniowe. Ich dynamika pozwala obserwować nagłe i nieoczekiwane zmiany stanu, które trudno jest badać w sposób analityczny. Powszechnie dokonywana linearyzacja w celu uproszczenia modelu matematycznego badanego systemu często eliminuje z konstruowanego modelu najbardziej interesujące relacje stanowiące źródło jego chaotycznego zachowania. Postępowanie takie może w sposób istotny zniekształcać modelowaną dynamikę systemu. Główne korzyści linearyzacji wiążą się z radykalnym uproszczeniem obliczeń oraz możliwością formułowania bezpośrednich prostych wniosków dotyczących zachowania się systemu.

1. Generowanie chaosu przez odwzorowanie odcinkami liniowe

Jednym z najprostszych odwzorowań nieliniowych, które mogą generować przebiegi chaotyczne [H. G. Schuster 1995], jest odwzorowanie odcinkami liniowe:

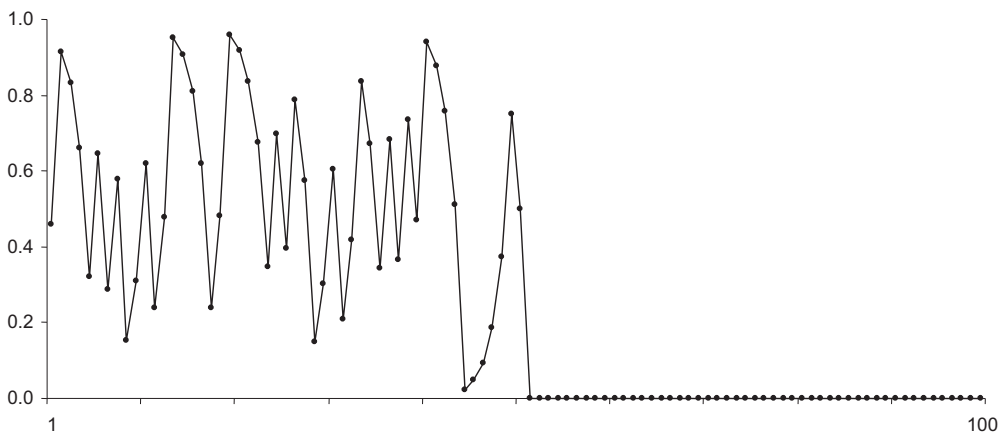
$$x_{t+1} = 2x_t \bmod 1 \quad (1)$$

gdzie zapis $x \bmod 1$ oznacza część ułamkową liczby x dla $x \geq 0$.

Formuła (1) stanowić może prosty model generujący szeregi czasowe wykazujące zachowanie chaotyczne. Model ten poddamy eksperymentom symulacyjnym, w których analizować będziemy generowane szeregi czasowe. Bardzo szybko zauważamy, że rezultaty iteracyjnego generowania szeregów czasowych przez nasz prosty model w sposób znaczący zależą od wykorzystywanych procedur numerycznych. W naszym przypadku do obliczeń wykorzystane zostało proste narzędzie w postaci programu MS Excel. W programie tym użytkownik może w dużym stopniu decydować o stosowanej precyzji obliczeń. Przeprowadzając obliczenia bez ograniczania ich dokładności otrzymujemy rezultaty zaprezentowane w postaci wykresu czasowego pokazanego na rysunku 1.

Rysunek 1

Wykres zmiennej x_t generowanej przez odwzorowanie $x_{t+1} = 2x_t \bmod 1$, wartość początkowa $x_0 = 0,457635801848427$, iteracje 1—100



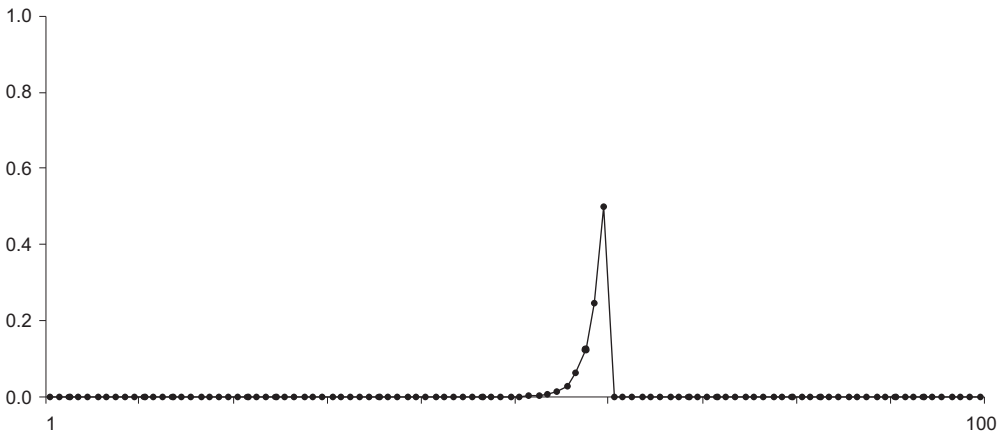
Iteracyjny proces wyznaczania kolejnych wartości szeregu czasowego rozpoczynamy od wyboru (w sposób przypadkowy lub arbitralny) pewnej wartości początkowej $x_0 = 0,457635801848427$. Uzyskany szereg czasowy wykazuje początkowo zachowanie o charakterze chaotycznym, ale po 50 krokach iteracji jego wartości ustalają się na poziomie zerowym. Podobne rezultaty otrzymujemy wybierając inne punkty startowe. Zastanawiać może nas (rysunek 1) regularne wygasanie chaotycznego przebiegu zmiennej x_t w pobliżu 50 kroku iteracji od-

wzorowania (1). Rozważmy nieco dokładniej użycie tego odwzorowania w obliczeniach realizowanych przez program przechowujący dane i wykonujący operacje arytmetyczne przy wykorzystaniu możliwości procesora komputera.

Wartości numeryczne przechowywane w pamięci operacyjnej komputera podlegają kodowaniu w systemie binarnym i w naturalny sposób mają formę ciągów złożonych z cyfr 0 i 1. Standardowa precyzja obliczeń komputerowych wynosząca 15 cyfr dziesiętnych odpowiada dokładności 50 cyfr dwójkowych. Występująca w odwzorowaniu (1) operacja mnożenia odpowiada, jak łatwo sprawdzić, przesunięciu wszystkich cyfr dwójkowych w lewo o jedną cyfrę. Przesuwane w lewo cyfry są uzupełniane z prawej strony zerami. Zera te pojawiające się w dwójkowym zapisie liczby x_t powodują w kolejnych iteracjach stopniowe przekształcanie się jej zapisu dwójkowego w ciąg złożony z samych zer. Odpowiada to osiągnięciu przez zmienną x_t wartości dokładnie równej zero. Przedstawione rozważania odnoszą się do przypadku wykonywania przez procesor komputera operacji należących do grupy rozkazów arytmetyki stałoprzecinkowej. W rzeczywistości większość programów używa arytmetyki zmiennoprzecinkowej, dla której uwagi nasze w dalszym ciągu pozostają generalnie słuszne.

Rysunek 2

Wykres zmiennej x_t generowanej przez odwzorowanie $x_{t+1} = 2x_t \bmod 1$, wartość początkowa $x_0 = 2^{-60}$, iteracje 1—100



W szczególnym przypadku, liczba będąca dowolną całkowitą potęgą liczby 2 w zapisie binarnym ma postać ciągu złożonego z samych zer, wśród których występuje jedna tylko cyfra 1. Wybierając taką potęgę liczby 2 jako wartość początkową zmiennej wyznaczającej iteracyjnie szereg czasowy w odwzorowaniu (1), otrzymamy rezultat przedstawiony w postaci wykresu na rysunku 2. Widzimy, że dla wartości początkowej $x_0 = 2^{-60}$ pojawienie się na stałe zerowych wartości w generowanym szeregu czasowym następuje po sześćdziesiątym kroku iteracji. Odwzorowanie (2) pozwala więc na programowe generowanie jedynie krót-

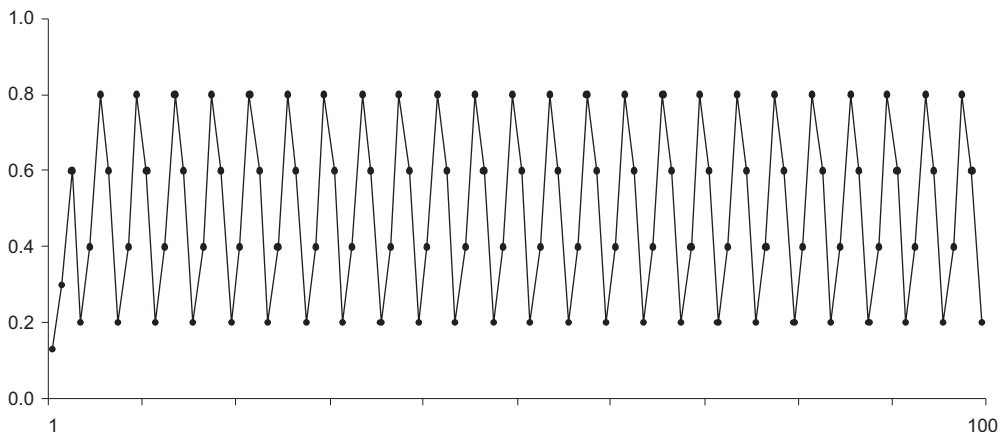
kich przebiegów o charakterze chaotycznym. Wynika to ze specyficznych własności operacji numerycznych wykonywanych przez urządzenia sprzętowe systemu komputerowego.

2. Wpływ dokładności obliczeń numerycznych na zachowanie chaotyczne modelu

Interesującym zagadnieniem jest zbadanie własności obliczeń realizowanych komputerowo, które są wykonywane w trakcie eksperymentu symulacyjnego ze stałą precyzją. Przeprowadzimy następujące eksperymenty obliczeniowe. Wybieramy wartość początkową $x_0 = 0,131313$ jako wartość startową w procesie generowania szeregu czasowego. Eksperyment ten powtarzamy dla różnych poziomów dokładności wykonywanych obliczeń. Założoną dokładność obliczeń w najprostszym sposobie wyrazić można liczbą cyfr znaczących rezultatów uzyskiwanych w poszczególnych krokach iterowania formuły (1). W praktyce oznacza to, że wynik iteracji zostaje zaokrąglony w do n cyfr dziesiętnych.

Rysunek 3

Wykres zmiennej x_t generowanej przez odwzorowanie $x_{t+1} = 2x_t \bmod 1$, wartość początkowa $x_0 = 0,131313$, dokładność obliczeń: zaokrąglenie do jednej cyfry dziesiętnej, iteracje 1—100

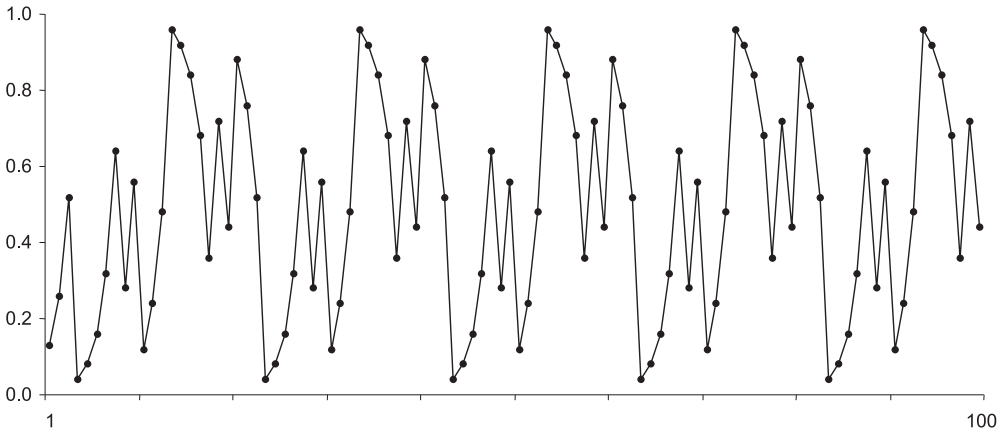


Wykresy zamieszczone na rysunkach 3, 4 i 5 obrazują początkowe fragmenty szeregów czasowych otrzymanych jako rezultaty przeprowadzonych eksperymentów symulacyjnych przy zastosowaniu zaokrąglania wyników obliczeń odpowiednio do jednej cyfry, dwóch cyfr oraz trzech cyfr dziesiętnych.

W przypadku zaokrąglania wyników obliczeń do jednej cyfry dziesiętnej obserwujemy występowanie w wygenerowanym szeregu czasowym cyklu o długości 4. Przy obliczeniach z dokładnością dwóch cyfr dziesiętnych pojawia się przebieg cykliczny o okresie 20. Dalsze zwiększanie dokładności obliczeń skutkuje

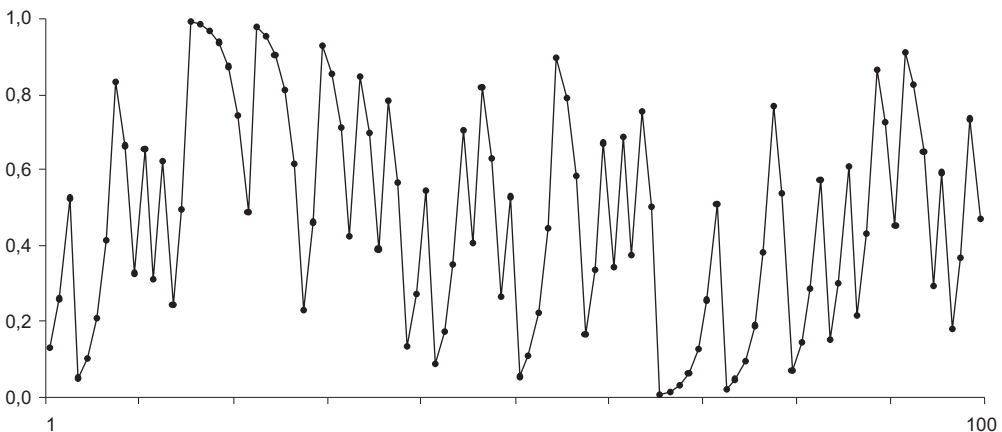
Rysunek 4

Wykres zmiennej x_t generowanej przez odwzorowanie $x_{t+1} = 2x_t \bmod 1$, wartość początkowa $x_0 = 0,131313$, dokładność obliczeń: zaokrąglenie do dwóch cyfr dziesiętnych, iteracje 1—100



Rysunek 5

Wykres zmiennej x_t generowanej przez odwzorowanie $x_{t+1} = 2x_t \bmod 1$, wartość początkowa $x_0 = 0,131313$, dokładność obliczeń: zaokrąglenie do trzech cyfr dziesiętnych, iteracje 1—100



zachowaniem o charakterze chaotycznym w obrębie pewnego początkowego odcinka szeregu czasowego. Odcinki te jednak powtarzają się w sposób regularny, tworząc przebieg cykliczny. Wykonując dalsze eksperymenty obliczeniowe możemy zbadać nieco dokładniej wpływ dokładności obliczeń na cykliczność generowanych szeregów czasowych. Uzyskane w ten sposób rezultaty złożyły się na wyniki zaprezentowane w tabeli 1.

Tabela 1

Wpływ dokładności obliczeń na długość cyklu generowanego szeregu czasowego dla wartości początkowej $x_0 = 0,131313$

Długość cyklu w zależności od dokładności obliczeń						
1 cyfra	2 cyfry	3 cyfry	4 cyfry	5 cyfr	6 cyfr	7 cyfr
4	20	100	500	2500	12500	12500

Przeglądając wyniki wykonanych obliczeń symulacyjnych zauważamy pewną regularność w zjawisku zwiększania się długości cyklu wraz ze zwiększaniem dokładności obliczeń. Własność ta prowadzi do sformułowania następującej zależności:

$$p = 4 \cdot 5^{n-1} \quad (2)$$

gdzie p jest obserwowaną długością cyklu w generowanym szeregu czasowym, a n jest dokładnością wyrażoną liczbą cyfr dziesiętnych zaokrąglenia wyników obliczeń.

Tabela 2

Długości cykli dla różnej dokładności obliczeń w zależności od wartości początkowej x_0

Wartość Początkowa x_0	Długość cyklu w zależności od dokładności obliczeń						
	1 cyfra	2 cyfry	3 cyfry	4 cyfry	5 cyfr	6 cyfr	7 cyfr
0,1313130	4	20	100	500	2500	12500	12500
0,1313131	4	20	100	500	2500	12500	62500
0,1313132	4	20	100	500	2500	12500	62500
0,1313133	4	20	100	500	2500	12500	62500
0,1313134	4	20	100	500	2500	12500	62500
0,1313135	4	20	100	500	2500	12500	12500
0,1313136	4	20	100	500	2500	12500	62500
0,1313137	4	20	100	500	2500	12500	62500
0,1313138	4	20	100	500	2500	12500	62500
0,1313139	4	20	100	500	2500	12500	62500

Zależność (2) nie jest jednak spełniona w przypadku zastosowania obliczeń z dokładnością siedmiu cyfr dziesiętnych. W celu uzyskania pełniejszego obrazu zależności w procesie generowania szeregów czasowych przeprowadzone zostały dodatkowe eksperymenty symulacyjne. Wykonano obliczenia dla różnych wartości początkowych x_0 . Wyniki uzyskane w trakcie eksperymentów zawarte zostały w tabeli 2.

Otrzymane rezultaty pokazują, że zależność (2) jest spełniona dla wszystkich wartości początkowych opisanych zależnością $x_0 = 0,131313 + 10^{-7} \cdot k$, dla $k \in \{0; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9\}$, z wyjątkiem wartości 0,1313130 oraz 0,1313135. Inne odstępstwa od ogólnej zależności (2) obserwujemy dla wartości początkowych przedstawionych w tabeli 3. Uogólniając wyniki dotychczasowych eksperymentów symulacyjnych możemy sformułować hipotezę stwierdzającą, że zależność (2) określa maksymalną długość cyklu dla ustalonej dokładności obliczeń.

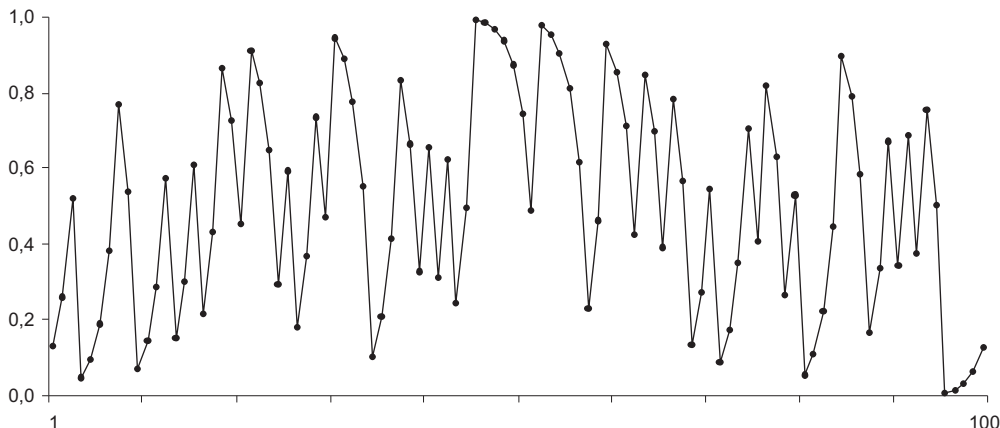
Tabela 3

Długości cykli dla różnej dokładności obliczeń w zależności od wartości początkowej x_0

Wartość początkowa x_0	Długość cyklu w zależności od dokładności obliczeń						
	1 cyfra	2 cyfry	3 cyfry	4 cyfry	5 cyfr	6 cyfr	7 cyfr
0,1251250	4	1	1	500	100	100	100
0,1251251	4	1	1	500	100	100	62500
0,1251252	4	1	1	500	100	100	62500
0,1251253	4	1	1	500	100	12500	62500
0,1251254	4	1	1	500	100	12500	62500
0,1251255	4	1	1	500	100	12500	12500
0,1251256	4	1	1	500	100	12500	62500
0,1251257	4	1	1	500	100	12500	62500
0,1251258	4	1	1	500	100	12500	62500
0,1251259	4	1	1	500	100	12500	62500

Rysunek 6

Wykres zmiennej x_t generowanej przez odwzorowanie $x_{t+1} = 2x_t \bmod 1$, wartość początkowa $x_0 = 0,131313$, dokładność obliczeń: obcięcie wyniku do trzech cyfr dziesiętnych, iteracje 1–100



Na zakończenie naszych rozważań zaprezentujemy rezultaty eksperymentów symulacyjnych, w których przeprowadzone zostały obliczenia z ograniczeniem precyzji operacji arytmetycznych poprzez obcinanie, a nie zaokrąglanie, wartości rezultatów do założonej liczby n cyfr dziesiętnych. Powtórzone zostały jeszcze raz obliczenia dla prezentowanego przykładu z wartością początkową $x_0 = 0,131313$. W przypadku obliczeń realizowanych z obcinaniem rezultatów do trzech cyfr dziesiętnych otrzymujemy na podstawie odwzorowania (1) szereg czasowy przedstawiony w postaci wykresu na rysunku 6. Wyniki zaprezentowane w tabeli 4 wskazują na pojawienie dla przypadku czterocyfrowej dokładności prowadzonych obliczeń nowego cyklu, który nie był obserwowany we wcześniej wykonywanych eksperymentach symulacyjnych. Przy zwiększaniu dokładności obliczeń do pięciu, sześciu i siedmiu cyfr dziesiętnych nie obserwujemy występowania przebiegów cyklicznych.

Tabela 4

Wpływ dokładności obliczeń na długość cyklu generowanego szeregu czasowego dla wartości początkowej $x_0 = 0,131313$. Stosowanie obcinania

Długość cyklu w zależności od dokładności obliczeń						
1 cyfra	2 cyfry	3 cyfry	4 cyfry	5 cyfr	6 cyfr	7 cyfr
4	20	100	382	brak	brak	brak

3. Przypadek odwzorowania trójkątnego

Innym odwzorowaniem, podobnym do analizowanego dotychczas odwzorowania odcinkami liniowego jest odwzorowanie trójkątne [E. Ott 1997; H. Zawadzki 1996] opisywane zależnością:

$$x_{t+1} = 1 - 2|x_t - 0,5| \quad (3)$$

dla wartości $x_t \in [0; 1]$.

Zależność (3) możemy również w postaci:

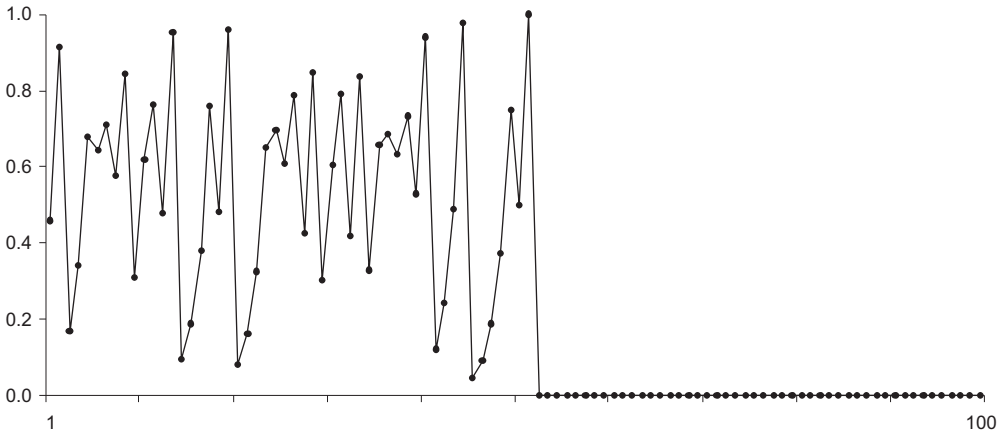
$$x_{t+1} = \begin{cases} 2x_t & \text{dla } 0 \leq x < 0,5 \\ 2 - 2x_t & \text{dla } 0,5 < x \leq 1 \end{cases} \quad (4)$$

oraz przedstawić graficznie w postaci wykresu o kształcie trójkątnym, który nada je jednocześnie nazwę odwzorowaniu.

Postępujemy podobnie jak poprzednio. Na podstawie odwzorowania (3) generowany jest szereg czasowy, a obliczenia wykonujemy bez ograniczania ich dokład-

Rysunek 7

Wykres zmiennej x_t generowanej przez odwzorowanie $x_{t+1} = 1 - 2|x_t - 0,5|$, wartość początkowa $x_0 = 0,457635801848427$, iteracje 1—100



ności. Otrzymane rezultaty dla wartości początkowej $x_0 = 0,457635801848427$ przedstawione zostały w postaci wykresu szeregu czasowego na rysunku 7. Stwierdzamy, że w przeprowadzonych obliczeniach odwzorowanie trójkątne zachowuje się podobnie do odwzorowania odcinkami liniowego.

Wykonywanie obliczeń z ustaloną dokładnością (podobnie jak w poprzednio rozważanych przypadkach) prowadzi do uzyskania szeregów czasowych, w których obserwowane są cykle mające długości zależne od poziomu precyzji obliczeń wyrażającej się liczbą cyfr dziesiętnych określających dokładność wyniku operacji arytmetycznych. W tabeli 5 przedstawione zostały długości cykli pojawiających się w szeregach czasowych uzyskanych przy ustalonych arbitralnie pewnych wartościach początkowych oraz określonej liczbie cyfr zaokrąglenia wyników obliczeń.

Tabela 5

Długości cykli dla różnej dokładności obliczeń w zależności od wartości początkowej x_0

Wartość początkowa x_0	Długość cyklu w zależności od dokładności obliczeń						
	1 cyfra	2 cyfry	3 cyfry	4 cyfry	5 cyfr	6 cyfr	7 cyfr
0,31313131	2	10	50	250	1250	6250	31250
0,77777777	2	10	50	250	1250	6250	6250
0,77777770	2	10	50	250	1250	1250	31250
0,77777700	2	10	50	250	250	6250	6250
0,77777000	2	10	50	50	1250	1250	1250
0,77770000	2	10	10	250	250	250	250
0,77700000	2	2	50	50	50	50	50

Na podstawie przeprowadzonych eksperymentów symulacyjnych sformułować można wniosek, że maksymalna długość cyklu p w odwzorowaniu trójkątnym określona jest zależnością:

$$p = 2 \cdot 5^{n-1} \quad (5)$$

gdzie n jest precyzją wykonywanych obliczeń równoważną liczbie cyfr dziesiętnych zaokrąglenia wyników.

Podsumowanie

W niniejszej pracy dominowało eksperymentalne podejście badawcze, obejmujące metody, mające postać symulacji komputerowych dotyczących zachowania się matematycznych modeli systemów dynamicznych. Główne narzędzie prowadzonych badań stanowiła aplikacja z grupy elektronicznych arkuszy obliczeniowych. Prezentowane rezultaty przeprowadzonych badań wykazują, że techniczny aspekt wykonywania obliczeń związanych z modelami systemów, w których jest obserwowany chaos, może mieć istotny wpływ na końcowe wyniki eksperymentów symulacyjnych. W badaniach związanych z komputerową analizą systemów chaotycznych istotną rolę odgrywać może właściwy wybór sprzętu komputerowego oraz oprogramowania zapewniających odpowiednią dokładność i stabilność numeryczną prowadzonych obliczeń.

Bibliografia

- Ott E., *Chaos w układach dynamicznych*, WNT, Warszawa 1997.
Schuster H. G., *Chaos deterministyczny. Wprowadzenie*, PWN, Warszawa 1995.
Zawadzki H., *Chaotyczne systemy dynamiczne*, Akademia Ekonomiczna im. Karola Adamieckiego, Katowice 1996.

Ergodyczność i własność mieszania w chaotycznej dynamice systemów komputerowych

1. Wstęp

System dynamiczny może prezentować cechy chaosu, jeżeli spełnia pewne konieczne warunki wynikające bezpośrednio z mechanizmu powstawania złożoności chaotycznych zachowań. Warunki owe dotyczą dynamiki systemu determinującej sekwencję kolejnych stanów przyjmowanych w czasie jego ewolucji, z których każdy następny jest wynikiem poddania stanu poprzedniego określonego przekształceniu. Szczegółowa postać tego przekształcenia decyduje o zachowaniu się systemu, dlatego też właśnie tutaj należy poszukiwać źródeł chaosu deterministycznego.

Z matematycznego punktu widzenia wspomniane przekształcenie jest funkcją wektorową, która przeprowadza punkty przestrzeni zmiennych stanu systemu na inne punkty tej przestrzeni. W zależności od tego, czy dany system ma charakter dyskretny czy ciągły, inny jest sposób określania dynamiki systemu za pomocą takiej funkcji. W przypadku systemów dyskretnych jest ona elementem równania iteracyjnego postaci:

$$x_{k+1} = f(x_k), \tag{1}$$

gdzie x_k jest punktem przestrzeni stanów $X \subset R^n$, k jest indeksem dyskretniej chwili czasu, przy czym $k, n \in N$. Z kolei dynamikę systemów ciągłych można opisać równaniem różniczkowym:

$$\dot{x} = g(x, t), \tag{2}$$

gdzie t oznacza czas. W obu przypadkach dla pełnego opisu zachowania systemu konieczne jest podanie stanu początkowego x_0 .

Funkcje f oraz g odmiennie determinują cechy dynamiczne systemu, równanie iteracyjne bowiem w sposób jawny określa zależność między poprzednim a następnym stanem systemu, równanie różniczkowe natomiast w bardziej wyrafinowany sposób wiąże stan systemu z jego zmianami. W przypadku systemów

ciągłych można jednak równanie różniczkowe zastąpić równaniem iteracyjnym korzystając z pewnego przekroju Poincarégo i definiując przekształcenie p , które przeprowadza punkty trajektorii systemu leżące na tym przekroju w ich obrazy będące punktami następnego powrotu trajektorii do tego przekroju. Dzięki tak określonoemu przekształceniu Poincarégo dynamikę systemu ciągłego można, po zawężeniu obserwacji do wybranego przekroju, opisać podobnym do (1) równaniem:

$$x_{k+1} = p(x_k), \quad (3)$$

gdzie k numeruje chronologicznie punkty, w których trajektoria systemu przebija wybrany przekrój. Dla niektórych systemów o dynamice ciągłej można przekształcenie Poincarégo wyznaczyć w prosty sposób na podstawie równania różniczkowego, wybierając odpowiednio przekrój i wyznaczając współrzędne kolejnych powrotów trajektorii do tego przekroju. Przejście od postaci różniczkowej do postaci iteracyjnej równania systemu może być jednak bardzo trudne w wielu przypadkach, gdy przekształcenie p nie jest jawnie określone ani nie daje się łatwo wyznaczyć analitycznie.

2. Systemy ergodyczne i mieszające

Czynnikiem generującym zachowania chaotyczne systemów opisanych równaniem iteracyjnym jest własność mieszania iterowanego przekształcenia. Własność mieszania oznacza, że przekształcenie powtarzane wielokrotnie stopniowo coraz bardziej równomiernie rozproszcza punkty dowolnego zbioru przestrzeni stanów po całej dostępnej przestrzeni. Bardziej formalnie własność tę sformułował Gibbs w odniesieniu do ciągłych systemów mechanicznych [J. R. Dorfman 2001], można jednak analogiczną definicję podać dla systemów iteracyjnych.

Dany jest system opisany równaniem (1), przy czym w przestrzeni X znajduje się zbiór możliwych stanów systemu Ω , zaś μ jest miarą określoną na X . Niech $P \subset \Omega$ oznacza zbiór punktów początkowych, $T^k(P)$ będzie obrazem zbioru P po k -tej iteracji przekształcenia T zachowującego miarę. Przekształcenie T posiada własność mieszania, jeżeli dla każdego zbioru $Q \subset \Omega$ o niezerowej mierze zachodzi równość:

$$\lim_{k \rightarrow \infty} \frac{\mu(Q \cap T^k(P))}{\mu(Q)} = \frac{\mu(P)}{\mu(\Omega)} \quad (4)$$

przy założeniu, że miara $\mu(\Omega)$ jest skończona i różna od zera.

Własność mieszania jest powiązana z pojęciem ergodyczności rozważanym w mechanice statystycznej. Pierwotne sformułowanie tego pojęcia podane przez Boltzmanna stwierdzało, że system ergodyczny porusza się po swoich trajekto-

riach o ustalonej energii w ten sposób, iż w obszarach o jednakowej mierze przebywa jednakowo długo. Własność ergodyczności daje się równoważnie określić jako nierozkładalność metryczna przestrzeni stanów systemu na dwa lub więcej podzbiorów niezmienniczych niezerowej miary, w których rozpoczynające się trajektorie pozostają nieskończenie długo. To drugie sformułowanie pozwala odnieść własność ergodyczności do systemów iteracyjnych.

Jeżeli system posiada własność mieszania, to jest także ergodyczny, mieszanie jest bowiem szczególnym rodzajem zachowania ergodycznego. W przestrzeni stanów nierozkładalnej metrycznie trajektoria systemu przebiega niemal wszystkie punkty, z wyjątkiem zbiorów miary zero. Jednakże sama ergodyczność nie implikuje zachowania chaotycznego, bowiem blisko rozpoczynające się trajektorie mogą przez cały czas pozostawać bliskie. Natomiast jeżeli w systemie obecna jest własność mieszania, to każdy niezerowej miary zbiór dowolnie bliskich punktów początkowych zostanie z biegiem czasu rozprzestrzeniony wśród wszystkich innych możliwych stanów systemu. Z początku bliskie trajektorie będą zatem rozbiegać się w przestrzeni stanów, co oznacza silną wrażliwość na warunki początkowe. Systemy mieszające wykazują więc zachowanie chaotyczne.

Przekształcenie iterowane w systemie dyskretnym musi być nieliniowe, aby posiadało własność mieszania. Przekształcenia liniowe nie powodują wymieszania punktów przestrzeni stanów, a jedynie ich proporcjonalne przeskalowanie lub przesunięcie. Klasycznym przykładem nieliniowego przekształcenia posiadającego własność mieszania jest *rozciąganie-i-składanie* porównywane tradycyjnie do procedury wyrabiania ciasta. Jest to w istocie cała klasa przekształceń, do której należy szereg różnych funkcji, między innymi odwzorowanie logistyczne

$$L(x) = cx(1 - x) \quad (5)$$

lub odwzorowanie Hénona

$$H(x, y) = (y + 1 - ax^2, bx), \quad (6)$$

gdzie a , b oraz c są pewnymi stałymi [E. Ott 1995].

Iterowane w dyskretnych krokach przekształcenie może posiadać własność mieszania w przestrzeni o dowolnej liczbie wymiarów. Przytoczone powyżej przykłady przekształceń dotyczą przestrzeni o jednym (odwzorowanie logistyczne) lub dwóch wymiarach (odwzorowanie Hénona). W przypadku systemów o dynamice ciągłej istnieje dolne ograniczenie liczby wymiarów przestrzeni fazowej, w której może wystąpić zachowanie chaotyczne. Ograniczenie to wynika z determinizmu uniemożliwiającego krzyżowanie się trajektorii systemu. Konieczne jest istnienie co najmniej trzech wymiarów, aby stworzyć przestrzeń pozwalającą wymieszać ciągłe trajektorie bez ich wzajemnego przecinania się.

3. Przestrzeń stanów systemu komputerowego

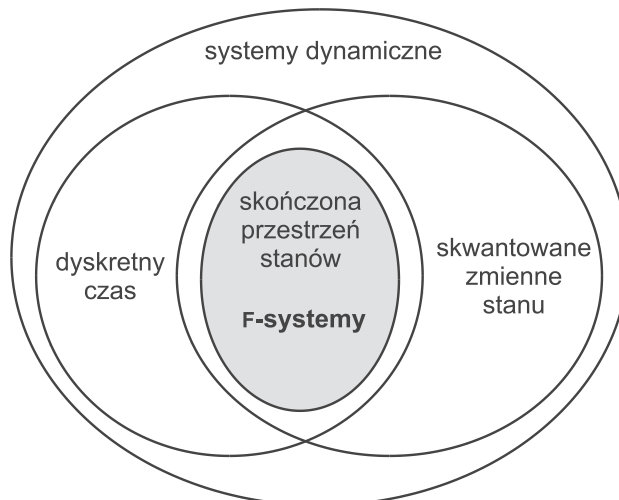
Współczesne komputery są doskonałym narzędziem badawczym przydatnym do modelowania dynamiki złożonych systemów, zwłaszcza takich, które wykazują zachowania chaotyczne. Specyfika technologii cyfrowej zastosowanej do budowy komputerów nakłada na możliwości tego narzędzia pewne istotne ograniczenia, które jednak nie stwarzają przeszkody w wykorzystaniu komputerów do badań chaosu. Pomimo to z punktu widzenia teorii matematycznej systemy dynamiczne modelowane za pomocą komputera stanowią jedynie przybliżenie pewnych cech granicznych, jak mieszanie czy ergodyczność trajektorii, które ujawniają się dopiero w nieskończonych interwałach czasu ewolucji systemów. Przybliżenie to jest tym lepsze, im większa jest dokładność obliczeń prowadzonych przy użyciu komputera.

Czas płynący w systemach komputerowych jest z natury dyskretny. Jest to konsekwencja dyskretności algorytmów symulacyjnych, jakie mogą być wykonywane przez maszyny cyfrowe. Modelowane systemy opisywane są poprzez iterację pewnego przekształcenia bądź zadanego w sposób jawny w przypadku systemów *a priori* dyskretnych, bądź określonego równaniami różnicowymi zastępującymi równania różniczkowe, określające dynamikę systemów ciągłych. Iteracyjna postać systemu sama w sobie nie stanowi bariery dla chaosu deterministycznego, którego obecność jest udowodniona dla wielu systemów dyskretnych.

Drugą cechą charakterystyczną dla komputerowych systemów dynamicznych jest skwantowana postać zmiennych stanu, wynikająca z cyfrowego charakteru sygnałów przetwarzanych przez komputer, które to sygnały mogą przyjmować je-

Rysunek 1

F-systemy jako podklasa systemów dynamicznych



dynie skończony zbiór wartości. Przestrzeń fazowa systemu komputerowego jest zatem zbiorem skończonym, choć jej teoretyczny odpowiednik jest zbiorem nieprzeliczalnym. Przestrzeń ta nie jest także zbiorem gęstym. Miara dowolnego podzbioru tej przestrzeni, jak i jej samej, ma wartość zerową. Powyższe właściwości nadają systemom komputerowym szczególne cechy, które odróżniają je od klasycznych systemów dynamicznych, poruszających się w continuum liczb rzeczywistych.

Dla podkreślenia tych różnic deterministyczne iteracyjne systemy dynamiczne, których przestrzeń fazowa jest zbiorem skończonym, będą dalej nazywane F-systemami (rysunek 1).

4. Ergodyczność w skończonej przestrzeni stanów

Cechy przestrzeni fazowej F-systemów uniemożliwiają bezpośrednią adaptację pojęć dynamiki systemów chaotycznych. Niech X^F oznacza przestrzeń stanów F-systemu będącą skończonym podzbiorem przestrzeni X . Jeżeli μ jest miarą określoną na X , to

$$\mu(X^F) = 0, \quad (7)$$

wobec czego nie można rozważać rozkładalności lub nierozkładalności metrycznej X^F na podzbiory niezerowej miary, gdyż

$$\forall P \subset X^F \quad \mu(P) = 0 \quad (8)$$

Nie można zatem również sformułować warunku ergodyczności systemu ani określić własności mieszania.

W F-systemie może istnieć jedynie skończona liczba nie przecinających się różnych trajektorii, nie większa od liczby punktów przestrzeni fazowej. W skończonej liczbie iteracji system wykorzysta wszystkie dostępne punkty, po czym zacznie przechodzić powtórnie przez te same stany w identycznej kolejności. Wszystkie trajektorie są wobec tego cykliczne i mają skończoną długość, co jest istotną różnicą w stosunku do klasycznego zachowania chaotycznego, gdzie punkty okresowe są gęsto rozmieszczone, lecz sąsiadują dowolnie blisko z trajektoriami nieokresowymi.

Klasyczne określenie ergodyczności zaczerpnięte z mechaniki statystycznej nie daje się wprost zastosować do F-systemów. Punkty poszczególnych orbit okresowych w takich systemach stanowią rozłączne podzbiory niezmiennicze względem iterowanego przekształcenia o tej samej mierze, co cała przestrzeń fazowa. Gdyby zatem miały istnieć trajektorie ergodyczne w takiej przestrzeni, nie różniłyby się one od trajektorii regularnych, jedno i drugie bowiem przechodzą przez wszystkie punkty przestrzeni fazowej, z pominięciem pewnej ich skończonej liczby. Podobnie własność mieszania zdefiniowana dla ciągłych systemów dynamicz-

nych nie może być bezpośrednio zastosowana w przypadku F-systemów. Mianowniki ułamków we wzorze (4) przyjmują bowiem za każdym razem wartości zerowe.

Można podjąć próbę adaptacji pojęć ergodyczności i mieszania do specyfiki F-systemów pokonując przeszkodę, jaką stwarza zerowa miara skończonej przestrzeni fazowej. W tym celu miarę określoną w tej przestrzeni można zastąpić mocą zbioru punktów tej przestrzeni. Ta ostatnia wielkość przyjmować będzie skończone wartości naturalne, dlatego też nie będzie można wykorzystać jakościowego rozróżnienia pomiędzy skończonym i nieskończonym podzbiorem przestrzeni fazowej. Wynika stąd, że odpowiednik ergodyczności dla F-systemów, nazywany dalej F-ergodycznością, będzie cechą ilościową.

Stopniem λ F-ergodyczności iteracyjnego systemu dynamicznego o skończonej przestrzeni fazowej będzie stosunek mocy zbiorów:

$$\lambda = \frac{|U|}{|X^F|}, \quad (9)$$

gdzie U oznacza największy podzbiór przestrzeni X^F niezmienniczy i nierozkładalny na mniejsze rozłączne podzbiory również niezmiennicze względem iterowanego przekształcenia. Stopień F-ergodyczności może przyjmować wartości z przedziału $(0, 1]$.

System F-ergodyczny w stopniu 1 przebiega całą przestrzeń fazową, której nie da się rozłożyć na odrębne podzbiory zamykające trajektorie, rozpoczynające się w ich obrębie. Po przeciwnej stronie skali znajdują się F-systemy, których wszystkie punkty przestrzeni fazowej są punktami stałymi. Duży stopień F-ergodyczności nie musi jednak oznaczać, że w dynamice systemu obserwuje się długie trajektorie okresowe, ponieważ iterowane przekształcenie może nie być funkcją różnowartościową. Przykładem silnie F-ergodycznego systemu bez długich trajektorii okresowych jest system określony w przestrzeni kolejnych liczb naturalnych $0, 1, 2, \dots, k$ za pomocą przekształcenia:

$$f(n) = \begin{cases} n+1 & \text{dla } n < k \\ n & \text{dla } n = k \end{cases} \quad (10)$$

Zamiast poruszać się po trajektorii okresowej system zatrzymuje się w punkcie stałym po co najwyżej k początkowych iteracjach. Największym nierozkładalnym podzbiorem niezmienniczym względem tego przekształcenia jest jednak cała dostępna przestrzeń fazowa.

5. Problem własności mieszania

Zastąpienie miary podzbiorów przestrzeni fazowej ich mocą nie rozwiązuje jednak trudności przeniesienia własności mieszania na F-systemy. Analogiczne do równania (4) wyrażenie z użyciem mocy zbiorów miałyby postać:

$$\lim_{k \rightarrow \infty} \frac{|Q \cap T^k(P)|}{|Q|} = \frac{|P|}{|\Omega|} \quad (11)$$

przy zachowaniu tych samych oznaczeń. W definicji mieszania dla systemów ciągłych konieczne jest założenie, że przekształcenie T zachowuje miarę. Analogiczne założenie dla F-systemów będzie wymagać, aby przekształcenie T zachowywało moc zbioru, a więc aby było różnowartościowe. Innymi słowy T musi być permutacją. W przeciwnym wypadku zamiast mieszania punktów przekształcenie będzie zastępować różne punkty pojedynczymi.

Mimo wprowadzonej modyfikacji wyrażenie (11) w dalszym ciągu nie daje się wykorzystać do określenia własności mieszania. Różnowartościowe przekształcenie iterowane w skończonym zbiorze Ω musi być okresowe, przez co ciąg w symbolu granicy nie będzie zbieżny. Dowolny podzbiór P przestrzeni fazowej po pewnej liczbie iteracji przejdzie z powrotem w siebie samego i system powróci do stanu wyjściowego, czyli

$$\exists k \in N, k \leq |X^F| : T^k(P) = P \quad (12)$$

W miarę kolejnych iteracji przekształcenia punkty podzbioru P mogą zostać przemieszane z pozostałymi punktami przestrzeni fazowej, w pewnej chwili osiągając największy stopień rozproszenia. Dalsze iteracje będą jednak przywracały pierwotne położenie punktów tak, aż ponownie ułożą się one w podzbiór P . Przypomina to tasowanie talii kart poprzez powtarzanie ustalonego sposobu ich przekładania. Po pewnej liczbie przełożeń karty sąsiadujące początkowo ze sobą znajdują się w różnych miejscach talii, po dalszych przełożeniach talia odzyska układ wyjściowy i cykl zacznie się powtarzać.

Własność mieszania F-systemu, bez względu na dokładną jej definicję, będzie zatem ujawniała się okresowo podczas ewolucji systemu, nie zaś w granicy nieskończonej liczby iteracji. Sformułowanie własności mieszania dla F-systemu nie może więc zawierać wyrażenia podobnego do (11). Zaproponowanie precyzyjnej definicji takiej własności wymaga dalszych prac, a w szczególności rozważenia następujących problemów:

1. Interpretacja ilościowej natury mieszania. Podobnie, jak w przypadku F-ergodyczności, mieszanie w systemie o skończonej przestrzeni stanów jest cechą ilościową. Wszystkie F-systemy są mieszające w pewnym stopniu. Określenie różnic między systemem słabo i silnie mieszającym wymaga podjęcia próby sformalizowania subtelnego filozoficznie rozróżnienia między porządkiem i chaosem.

2. Ustalenie miary równomierności rozproszenia podzbioru przestrzeni stanów. Skończona liczba punktów poddawanych iteracyjnie danemu przekształceniu może nie dać się rozprowadzić równomiernie wśród skończonej liczby wszystkich punktów przestrzeni, na przykład gdy jako przekształcany podzbiór zostanie wy-

brana cała przestrzeń, z wyjątkiem jednego punktu. Pewnym sposobem rozwiązania tego problemu może być zastosowanie miar statystycznych.

3. Określenie chwili największego rozproszenia podzbioru przestrzeni stanów. W przypadku iteracyjnych systemów mieszających w sensie klasycznym największe rozproszenie osiąga się po nieskończonej liczbie iteracji. W przypadku F-systemów, które z natury wykazują zachowanie okresowe, największe wymieszanie pojawia się wielokrotnie i cyklicznie ustępuje miejsca powracającemu porządkowi wyjściowemu.

Własność mieszania F-systemu powinna także pozostawać w takim samym związku z F-ergodycznością, jak ma to miejsce w przypadku klasycznych systemów mieszających. Prawdziwe powinno zatem być twierdzenie: jeżeli F-system jest mieszający w stopniu λ , to jest także F-ergodyczny w stopniu co najmniej równym λ . Z kolei z F-ergodyczności nie powinna wynikać własność mieszania. Dla przykładu można rozważyć system poruszający się w przestrzeni kolejnych liczb naturalnych $0, 1, 2, \dots, k$ zadany przekształceniem:

$$f(n) = \begin{cases} n+1 & \text{dla } n < k \\ n & \text{dla } n = k \end{cases} \quad (13)$$

Tak określony system jest F-ergodyczny w stopniu 1, ale intuicyjnie łatwo można dostrzec, że nie powinien zostać uznany za mieszający.

6. Chaos w eksperymentach komputerowych

Przeniesienie pojęć ergodyczności i mieszania na F-systemy wydaje się zabiegiem istotnym z punktu widzenia badań dynamiki systemów modelowanych za pomocą komputerów, a więc iteracyjnych deterministycznych systemów o skończonych przestrzeniach fazowych. Dotyczy to szczególnie modeli, które nie są wynikiem kwantyzacji lub dyskretyzacji pewnych systemów dynamicznych opisanych z góry znanymi funkcjami, w tym bowiem ostatnim przypadku własności mieszania lub ergodyczności, a co za tym idzie całe zachowanie chaotyczne, są dziedziczone z oryginalnego systemu do jego cyfrowego przybliżenia. Systemy komputerowe modelujące znane chaotyczne zjawiska nie wymagają dodatkowego badania pod kątem występowania chaosu, ponieważ są tylko przybliżeniami już wcześniej zbadanych systemów.

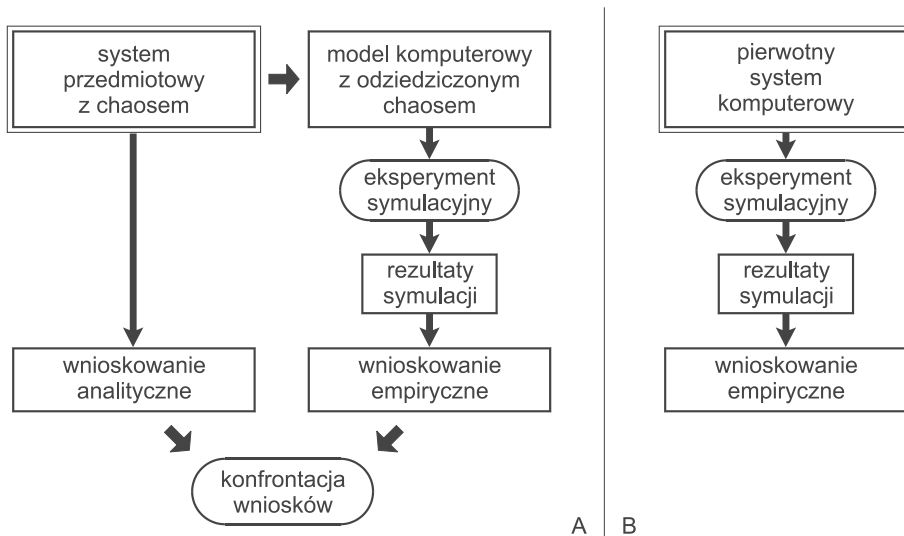
Odmienne przedstawia się sytuacja złożonych systemów komputerowych, które same w sobie stanowią źródło zachowań chaotycznych. Iterowane przekształcenie może nie być znane dla takiego F-systemu, a jedynym źródłem informacji o własnościach tego przekształcenia może być ciąg wartości zmiennych stanu systemu podlegającego ewolucji w pamięci komputera. Sformułowanie pewnych wniosków o ergodyczności czy mieszającej naturze iterowanego przekształcenia nie może opierać się w takim przypadku na podejściu analitycznym,

lecz empirycznym (rysunek 2). Badanie chaosu w F-systemach stawia badacza w niewygodnym położeniu, w którym musi on niekiedy przyjmować wnioski silnie zależne od technicznych możliwości prowadzenia eksperymentów. Zależność ta jest wyraźnie widoczna podczas badania długości okresu orbity, po której porusza się system.

O tym, jak duża może być liczba iteracji, w czasie których okresowe zachowanie nie zdąży się ujawnić, decyduje największa z długości orbit przebiegających w przestrzeni fazowej, to zaś zależy od przyjętej binarnej reprezentacji liczb w konkretnym algorytmie obliczeniowym. Algorytm zapisany w języku C++ operujący na zmiennych typu *long double* dysponuje zmiennopozycyjnym zapisem liczb długości 10 bajtów (w niektórych platformach systemowych jest to 8 bajtów). W tym zapisie 64 bity przeznaczone są dla mantysy, co przy założeniu, że cecha i znak liczby nie zmieniają się w kolejnych iteracjach, daje zbiór 2^{64} możliwych do zapisania wartości. Najdłuższa orbita okresowa w jednowymiarowej przestrzeni stanów może zatem mieć długość rzędu około 10^{19} iteracji, choć wielkość tego wykładnika może być różna w zależności od tego, jak zmienia się cecha liczby w zapisie zmiennopozycyjnym podczas iteracji.

Rysunek 2

Różnice w procesie badania komputerowych systemów dynamicznych wzorowanych na znanym systemie przedmiotowym (A) oraz bez pierwowzoru (B)



Liczba 10^{19} iteracji w dużym stopniu przekracza możliwości techniczne współczesnych komputerów, zarówno pod względem czasu trwania obliczeń, jak i pojemności pamięci niezbędnej do zapisania wyników symulacji. Orbits o tak długim okresie są dla eksperymentatora nieodróżnialne od trajektorii nieokreso-

wych. W rzeczywistości należy spodziewać się jednowymiarowych orbit okresowych krótszych niż 10^{19} iteracji, spośród bowiem wszystkich 2^{64} dopuszczalnych wartości wiele punktów może być zajętych przez orbity o krótszym okresie.

Wprowadzenie dwóch lub większej liczby wymiarów do przestrzeni fazowej modelowanego systemu zwiększa wykładniczo liczbę możliwych stanów, a co za tym idzie maksymalną długość orbit okresowych. Przy stosunkowo niedużej precyzji zapisu liczb (19 cyfr dziesiętnych w przypadku typu *long double*), wprowadzając wiele zmiennych stanu łatwo można przekroczyć najbardziej podstawowe ograniczenia czasu trwania obliczeń niezbędnych do powrotu trajektorii do punktu początkowego. Dla 10 zmiennych wyliczenie bez powtórzeń wszystkich możliwych stanów systemu musiałoby zająć ponad $3 \cdot 10^{172}$ lat przy szybkości obliczeń 10^{12} iteracji na sekundę.

7. Podsumowanie

Bogactwo zachowań F-systemów tworzonych za pomocą komputerów stwarza istotny problem natury praktycznej: w jaki sposób rozpoznać i zmierzyć takie cechy, jak ergodyczność lub mieszanie, w systemie, którego zachowanie można poznać jedynie w bardzo ograniczonym zakresie, zaś iterowane przekształcenie pozostaje nieznane. System tego rodzaju można porównać do automatu w postaci czarnej skrzynki zapisującej na papierowej wstędze pewne liczby. Zadaniem badacza w tej analogii jest ocena, jak bardzo chaotyczny jest ciąg liczb zapisywany przez automat, przy czym z góry wiadome jest, że ciąg ten powtarza się okresowo, choć powtórzenie może nie nastąpić w czasie całego życia badacza.

Z perspektywy badań bardzo złożonych F-systemów przydatne byłoby zatem opracowanie narzędzi pozwalających na ocenę chaotycznych własności takich systemów przy uwzględnieniu ograniczeń towarzyszących eksperymentom komputerowym. Czas trwania obliczeń może z jednej strony nie dopuścić do ujawnienia się pewnych cech, takich jak długość okresu trajektorii, z drugiej strony może nie pozwolić na powtórzenie obserwacji dla wielu trajektorii rozpoczynających się w różnych punktach. Ocena chaotycznych własności F-systemów wymaga też wzięcia pod uwagę ilościowej natury owych własności i wprowadzenia pewnej miary chaosu, zachowania F-systemów mogą bowiem zajmować różne miejsca na ciągłej skali pomiędzy porządkiem a chaosem. Wskazane tu zagadnienia stanowią mogą interesujący przedmiot przyszłych prac badawczych.

Bibliografia

- Dorfman J.R., *Wprowadzenie do teorii chaosu w nierównowagowej mechanice statystycznej*, PWN, Warszawa 2001.
- Morrison F., *Sztuka modelowania układów dynamicznych deterministycznych, chaotycznych, stochastycznych*, WNT, Warszawa 1996.
- Ott E., *Chaos w układach dynamicznych*, WNT, Warszawa 1995.

- Peitgen H.O., Jürgens H., Saupe D., *Granice chaosu. Fraktale*, PWN, Warszawa 1997.
- Schuster H.G., *Chaos deterministyczny*, PWN, Warszawa 1995.
- Wołoszyn P., *Analiza chaotycznej dynamiki w systemach multiagentowych i możliwości jej zastosowania w przetwarzaniu danych*, Badania Naukowe, zeszyt 2: 167—173, Wyższa Szkoła Umiejętności w Kielcach, Kielce 2002.
- Wołoszyn P., *Modelowanie dynamiki chaotycznych systemów biologicznych z użyciem metod multiagentowych*, Rozprawa doktorska, Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Kraków 2004.

Wybrane zagadnienia projektowania interfejsu człowiek-komputer dla osób niepełnosprawnych

1. Koncepcja analizy ruchów praksyjnych

W miarę upływu czasu komputery osobiste stają się narzędziem coraz powszechniej wykorzystywanym przez indywidualnych użytkowników, znajdując swoje zastosowanie w całym spektrum działalności człowieka, począwszy od pracy zawodowej, poprzez twórczość aż po rozrywkę. Wzrost liczby użytkowników komputerów wiąże się między innymi z ciągłym zwiększaniem się w tej grupie również ilości osób podlegających różnorodnym barierom i ograniczeniom sprawności. Skłania to do prowadzenia poszukiwań takich interfejsów sterujących pracą komputera, które byłyby możliwie najbardziej uniwersalne z punktu widzenia stawianych użytkownikowi wymagań sprawności intelektualnej i fizycznej.

Obecnie powszechnie wykorzystywane rozwiązania komunikacji człowiek-komputer opierają się w większości na założeniach graficznego interfejsu użytkownika. Ten rodzaj komunikacji przyjęty jest przede wszystkim w systemach operacyjnych komputerów osobistych wykorzystywanych do prywatnego, domowego użytku. Ponieważ zapotrzebowanie na interfejsy ułatwiające pracę z komputerem osobom dotkniętym szeroko pojętymi barierami sprawności dotyczy zasadniczo personalnych zastosowań komputerów, dlatego też owe ułatwienia dostępu powinny dotyczyć interfejsu graficznego [P. Wołoszyn, J. Przybyło, M. Jabłoński 2003].

Oprócz wielu niewątpliwych zalet graficzny interfejs użytkownika rozpoznany wśród popularnych systemów operacyjnych obciążony jest kilkoma poważnymi wadami, których znaczenie można ocenić dopiero po konfrontacji wymagań stawianych przez interfejs z możliwościami percepcyjnymi i ruchowymi osoby niepełnosprawnej. Interfejs ten powstał i podlegał ewolucji w ścisłym związku z typowymi urządzeniami wejściowymi, w które systemy komputerowe były i nadal są wyposażane. Uzależnienie założeń funkcjonalnych interfejsu od budowy i sposobu działania klawiatury i myszy komputerowej doprowadziło do wytworzenia silnie zakorzenionych zaszczości obejmujących zarówno sposób wizualizacji stanu systemu, jak i wydawania przez użytkownika poleceń.

We współczesnym graficznym interfejsie użytkownika sterowanie systemem komputerowym polega przede wszystkim na wskazywaniu, za pomocą myszy

bądź innego manipulatora, aktywnych elementów obrazu prezentowanego człowiekowi, rozmieszczonych w pewnym układzie geometrycznym. Ten paradygmat komunikacji człowiek-komputer obarczony jest następującymi wadami:

- nadmiarowość czynności wskazania, któremu towarzyszyć musi dodatkowe zatwierdzenie dokonania tego aktu (na przykład za pomocą kliknięcia przycisku myszy),

- mnogość sposobów dokonywania i zatwierdzania wskazań powiązanych z aktywacją odmiennych funkcji systemu (lista podstawowych czynności, jakie użytkownik wykonuje w systemie MS Windows zawiera kilkadziesiąt rodzajów wskazań i kliknięć),

- nagromadzenie wielu funkcji systemu w jednym aktywnym elemencie wizualnym umożliwiającym aktywowanie wszystkich tych czynności (przykładem jest reprezentacja pojedynczego pliku w aplikacji Eksplorator Windows),

- konieczność podejmowania dodatkowych akcji w celu uzyskania pomocy na temat poleceń systemu lub obsługi aplikacji (otrzymanie dodatkowych informacji samo w sobie wymaga wydania polecenia systemowi).

Poszukując sposobów uniknięcia lub złagodzenia wymienionych wad należy skupić się nie tyle na modyfikacji istniejącego interfejsu, co na tworzeniu odmiennego paradygmatu komunikacji użytkownika z komputerem. Jedną z metod mogących prowadzić do przynajmniej częściowego rozwiązania zarysowanego problemu jest wykorzystanie techniki analizy ruchów praktyjnych (ARP) zaproponowanej w [P. Wołoszyn, R. Tadeusiewicz 2003]. Technika ta dąży do naśladowania naturalnego zachowania człowieka posługującego się w codziennym życiu gestem jako formą przekazu niewerbalnego. Gesty wykonywane przez człowieka mają charakter ruchów praktyjnych (celowych), w szczególności jeśli ich przeznaczeniem jest wskazanie określonego kierunku lub obiektu otoczenia. Wskazania takie są dla drugiego człowieka jednoznaczne i nie wymagają dodatkowego potwierdzenia, wykonywane są spontanicznie i intuicyjnie.

Interfejs ARP zakłada podobny wzorzec komunikacji człowieka z komputerem. Przekaz w kierunku od systemu do użytkownika wykorzystuje generowany przez komputer obraz jako nośnik informacji. Obraz ten zawiera elementy aktywne podobne do elementów spotykanych w rozpowszechnionych interfejsach graficznych, obowiązuje jednak zasada powiązania każdego elementu wizualnego z jedną i tylko jedną funkcją systemu. Aktywowanie tej funkcji odbywa się po dokonaniu wskazania powiązanego elementu. W procesie wskazywania udział bierze ruchomy wskaźnik widoczny na obrazie, również zaczerpnięty z klasycznego interfejsu graficznego, pełniący rolę wirtualnego odpowiednika ludzkiej ręki wskazującej pewien kierunek. Odpowiedzialność za rozpoznanie wskazywanego elementu obrazu, a w szczególności za ustalenie, czy wskazanie miało miejsce bądź czy użytkownik wycofał się z podjętego zamiaru, leży po stronie interfejsu, nie zaś człowieka.

Podczas pracy użytkownika z wyposażonym w interfejs ARP systemem komputerowym ten ostatni znajduje się w położeniu przypominającym człowieka obserwującego gestykulującą osobę. Niektóre z gestów wyrażają stanowcze decyzje, inne świadczą o wahaniu i niepewności nadawcy przekazu. Odróżnianie obu rodzajów wskazań, oznaczających odpowiednio wydanie polecenia oraz oczekiwanie pomocy, jest również zadaniem interfejsu. Przyjęta zostaje reguła, zgodnie z którą wskazanie elementu w sposób wyrażający decyzję powoduje aktywację funkcji powiązanej z elementem, podczas gdy wskazanie tego samego elementu oznaczające niepewność przywołuje pomoc z nim związaną.

Nieodzowną cechą interfejsu ARP musi być zatem zdolność inteligentnego odróżniania charakteru różnych wskazań, przy czym rozróżnienie to oparte może być wyłącznie na analizie dynamiki ruchu wskaźnika przemieszczanego przez człowieka. ARP zakładając rezygnację z jakichkolwiek dodatkowych sygnałów zatwierdzających wskazanie zwalnia użytkownika z konieczności użycia przycisków myszy lub innych dodatkowych kontrolerów, nakłada jednak na sam interfejs wysokie wymagania pod względem narzędzi sztucznej inteligencji zaangażowanych w analizę ruchów.

Dotychczas rozwijany graficzny interfejs użytkownika wprowadził wyraźną dysproporcję między złożonością wizualizacji stanu systemu a złożonością interakcji, jakie użytkownik podejmuje z elementami tej wizualizacji. Tendencja do stopniowego komplikowania sposobów wskazywania i operowania obiektami interfejsu graficznego, przy niewielkich zmianach wyglądu i rozmieszczenia tych obiektów na obrazie, uległa utrwaleniu jako najprostsze programistycznie rozwiązanie. Z tego powodu wprowadzenie koncepcji ARP do istniejących interfejsów graficznych, na przykład do interfejsu dostępnego w systemie Windows, wymagać będzie zastosowania pewnego rodzaju pomostu między użytkownikiem a systemowym interfejsem graficznym. Wynika to z braku możliwości zmiany zachowania aplikacji i sposobu wizualizacji ich stanu bez głębokiej ingerencji w szereg komponentów zaprojektowanych i wykonanych przez producentów zarówno systemu operacyjnego, jak i pozostałego oprogramowania.

Wspomniany pomost, omówiony wcześniej w [P. Wołoszyn, J. Przybyło, M. Jabłoński 2003], musi zatem pełnić dwojaką rolę. Po pierwsze, będzie nią interpretowanie wskazań dokonywanych przez użytkownika i przekładanie ich na analogiczne, zrozumiałe dla systemu operacyjnego akcje wyrażone za pomocą sekwencji czynności wykonanych typowymi urządzeniami wejściowymi. Po drugie, zadaniem pomostu będzie zapewnianie jednoznacznego powiązania elementów wizualnych z funkcjami systemu. W celu uzyskania relacji: jeden element — jedna funkcja, bez ingerowania w zasadniczy obszar interfejsu systemowego, konieczne będzie posługiwanie się dodatkowymi elementami wizualnymi obrazującymi różne możliwości interakcji z oryginalnym elementem, tak aby można było je niezależnie wskazywać.

Koncepcja ARP w połączeniu z istniejącym typowym graficznym interfejsem użytkownika stanowiłaby zatem swoistą warstwę rozszerzającą funkcjonalność systemu operacyjnego raczej niż samodzielny, spójny interfejs. Choć rozwiązanie takie może wydawać się nieco niezręczne, jego zaletą jest zgodność z rozpowszecznionymi systemami pozwalająca zachować dostęp do popularnego oprogramowania użytkowego bez potrzeby tworzenia odrębnych systemów wyposażonych już od podstaw w interfejs ARP.

Warto jednak zauważyć, że ARP może stanowić samodzielny interfejs sterujący pracą systemu komputerowego już bez pośrednictwa innych, głębszych warstw. Przykładem środowiska, w którym implementacja ARP nie wymagałaby głębokiej ingerencji w przebieg komunikacji komputera z użytkownikiem, są systemy internetowe, do których użytkownik uzyskuje dostęp za pomocą przeglądark hipertekstowych. Z natury dokumentów wizualizowanych w przeglądarkach wynika, że podstawową formą wydawania poleceń w tego rodzaju systemach jest wskazywanie i aktywowanie hiperłączy zawartych w dokumentach. Pojedyncze łącze może być skojarzone wyłącznie z jedną funkcją systemu, gdyż przewiduje się tylko jeden rodzaj aktywacji łącza bez względu na rodzaj użytego do tego celu urządzenia wejściowego po stronie użytkownika. Aby uzyskać niemal pełną zgodność tego modelu komunikacji z założeniami ARP należy tylko wprowadzić po stronie użytkownika mechanizm analizy ruchów wskaźnika ekranowego i detekcji wskazań. Zadanie rozpoznawania ruchów wskazujących może być w istocie realizowane nawet przez odpowiednio dostosowaną przeglądarkę internetową.

2. Interfejs ARP a użytkownicy niepełnosprawni

Choć interfejs analizy ruchów praksyjnych jest koncepcją uniwersalną i kierowaną do wszystkich użytkowników, to w przypadku osób podlegających ograniczeniom sprawności podstawowe założenia ARP oferują silne wsparcie ze strony interfejsu, pozwalające na ułatwienie korzystania z komputera. Wprawdzie wyposażenie niepełnosprawnego użytkownika w dostosowane do jego potrzeb urządzenia sterujące jest konieczne, aby mógł on wydawać polecenia systemowi komputerowemu, jednakże dzięki zastosowaniu podejścia ARP dysproporcja wymagań stawianych przed człowiekiem i komputerem zostaje przesunięta na korzyść człowieka (tabela 1). ARP jest szczególnie obiecującą metodą w przypadku osób o skrajnie zawężonym repertuarze ruchów, a oczekujących możliwości pracy ze standardowym graficznym interfejsem użytkownika.

Sygnalem sterującym interfejsem ARP jest wyłącznie zmienne w czasie położenie wskaźnika. Oznacza to, że do obsługi tego rodzaju interfejsu wystarcza dowolne urządzenie wejściowe zdolne przekazać ruch. Urządzenie wskazujące nie musi zatem naśladować typowej myszy komputerowej ani pod względem konstrukcyjnym, ani funkcjonalnym. W szczególności nie musi być ono wyposażone w szereg przycisków, rolek lub innych dodatkowych kontrolerów. Upraszcza to

znacznie problem dostosowania urządzenia wskazującego do potrzeb indywidualnego użytkownika w sytuacji, gdy dana osoba nie jest w stanie wykonywać skomplikowanych manipulacji lub dysponuje jedynie niewielkim repertuarem niezależnych ruchów. Zarazem nie wyklucza to także użycia standardowej myszy.

Sposób wskazywania elementów obrazu prezentowanego użytkownikowi powinien posiadać pewne charakterystyczne cechy, aby można było prawidłowo przeprowadzać detekcję i rozróżnianie wskazań. Nie oznacza to jednak, że styl wskazywania obiektów musi być identyczny dla wszystkich użytkowników. Użytkownik w pełni sprawny może wskazywać obiekty na ekranie monitora podobnie, jak posługując się własną ręką. Osoba niepełnosprawna może jednak dokonywać wskazań w zupełnie odmienny sposób, zwłaszcza gdy nie porusza wskaźnikiem za pomocą dłoni, lecz wykorzystuje inne urządzenia wejściowe dostosowane do jej możliwości ruchowych. Z punktu widzenia interfejsu ARP sposób, w jaki przebiega proces wskazywania elementów obrazu, nie jest istotny, ważne natomiast jest, aby był to sposób charakterystyczny dla danej osoby, powtarzalny

Tabela 1

Problemy dostępności stwarzane przez typowy graficzny interfejs użytkownika i możliwości ich rozwiązania oferowane przez interfejs ARP

Wymaganie GUI	Bariera użytkownika	Wsparcie ARP
zatwierdzanie wskazania elementu obrazu	ograniczenie liczby ruchów dowolnych	brak potrzeby dodatkowego zatwierdzania wskazań
wiele sposobów zatwierdzania wskazań aktywujących różne funkcje	ograniczenie sprawności ruchowej lub intelektualnej	dwa rodzaje wskazań, z czego tylko jedno interpretowane jako polecenie
odróżnianie wielu funkcji zgromadzonych w jednym elemencie wizualnym	trudności percepcyjne i intelektualne	powiązanie tylko jednej funkcji z jednym elementem wizualnym
podejmowanie dodatkowych akcji w celu uzyskania pomocy	ograniczenie sprawności ruchowej lub intelektualnej	pomoc kontekstowa dostępna bezpośrednio poprzez wskazanie elementu obrazu
możliwości ruchowe i percepcyjne użytkownika zgodne z przeciętnymi	użytkownik znacznie odbiega swoimi możliwościami od przeciętnego człowieka	elastyczne dopasowanie interfejsu poprzez proces uczenia się zachowań konkretnego użytkownika
zgodność funkcjonalna urządzenia wskazującego z typową myszą komputerową	konieczność użycia nietypowego urządzenia wskazującego	zawężenie funkcji urządzenia wskazującego wyłącznie do przemieszczania wskaźnika

Źródło: opracowanie własne.

i dający się odróżnić od braku decyzji wskazania. Aby w pełni wykorzystać możliwości oferowane przez ARP użytkownik powinien dysponować dwoma różnymi stylami wskazywania, odpowiadającymi wydaniu polecenia i żądaniu pomocy.

Powyższa cecha interfejsu ARP jest szczególnie istotna w kontekście projektowania interfejsu dla osoby niepełnosprawnej o bardzo dużym stopniu ograniczenia zdolności wykonywania ruchów świadomych. Problem ten omówiono bliżej w [J. Przybyło, M. Jabłoński, P. Wołoszyn 2003]. Opisany tam interfejs wizyjny wykorzystuje obraz wybranej części ciała użytkownika, w obrębie której zachowana została ruchomość dowolna, jako sygnał sterujący. Należy oczekiwać, że sposób wydawania poleceń przez użytkownika tego rodzaju systemu będzie radykalnie odmienny od typowego dla osoby korzystającej ze standardowej myszy. Uwzględnienie założeń ARP we wspomnianym interfejsie pozwoliłoby na stworzenie pomostu łączącego z jednej strony funkcjonalność graficznego interfejsu użytkownika oraz z drugiej strony zdolność adaptacji do specyficznych potrzeb niepełnosprawnego człowieka. Siłą interfejsu ARP powinna tkwić głównie w możliwości dostosowania go do niepowtarzalnych preferencji i wymagań każdego człowieka sterującego pracą komputera. Dostosowanie to może następować właśnie na drodze plastycznego uczenia się przez system osobniczych cech oraz typowych zachowań konkretnego użytkownika.

Rezygnacja z nadmiarowych czynności zatwierdzania wskazań jest zaletą interfejsu ARP przyjazną szczególnie użytkownikom, których repertuar świadomie wykonywanych ruchów jest zbyt wąski, aby poświęcać jego część na realizację różnego rodzaju kliknięć. To ostatnie wymaganie jest szczególnie rozrzutną cechą typowego interfejsu graficznego, która powoduje, że pomimo możliwości przemieszczania wskaźnika po ekranie niepełnosprawny użytkownik komputera nie jest w stanie wykorzystać tej umiejętności do sterowania pracą systemu operacyjnego.

Kolejnym krokiem w stronę ułatwienia przez ARP osobie niepełnosprawnej dostępu do korzystania z popularnego interfejsu graficznego jest ograniczenie różnorodności ruchów podejmowanych przez użytkownika do zaledwie dwóch, wyboru akcji i żądania pomocy. Należy zwrócić uwagę, że tylko pierwszy rodzaj ruchu jest interpretowany jako polecenie dla systemu operacyjnego, żądanie bowiem pomocy w istocie oznacza, że użytkownik nie może wydać polecenia z powodu niedostatecznej wiedzy na temat jego konsekwencji. Ponieważ przewiduje się wyłącznie jeden rodzaj wskazania wydającego polecenia, toteż opanowanie przez użytkownika jednego rodzaju ruchu otwiera przed nim dostęp do wszystkich funkcji systemu. Przeciwna sytuacja zachodzi w klasycznym interfejsie graficznym, gdzie pomimo zdolności wykonywania na przykład kliknięć jednym przyciskiem myszy użytkownik w dalszym ciągu nie posiada dostępu do funkcji aktywowanych podwójnym kliknięciem, operacją przeciągania wskaźnika lub jednoczesnym użyciem myszy i klawiatury.

Rozróżnianie i selektywne wydawanie wielu poleceń nagromadzonych w pojedynczym elemencie wizualnym tradycyjnego interfejsu graficznego stanowić mo-

że innego rodzaju barierę dla użytkowników z zaburzeniami funkcji poznawczych lub sprawności intelektualnej. Ten rodzaj niepełnosprawności nie musi upośledzać zdolności wykonywania celowych ruchów, jednak utrudniać będzie zrozumienie abstrakcyjnych i arbitralnie dobranych metod interakcji z obiektami graficznymi. Podejście ARP również w tym zakresie przychodzi użytkownikowi z dwojakim wsparciem, z jednej strony redukując liczbę owych metod interakcji, z drugiej natomiast udostępniając dodatkową pomoc na temat poleceń za pośrednictwem tych samych elementów, które służą do ich wydawania, bez konieczności użycia innych elementów.

Podsumowując, koncepcja analizy ruchów praksyjnych reprezentuje podejście silnie zorientowane na użytkownika, które pozwala uniknąć konieczności dostosowywania się człowieka niepełnosprawnego do wysokich wymagań typowego interfejsu graficznego. Prace nad wizyjnym interfejsem sterującym, których kontynuacja prezentowana jest w [J. Przybyło, P. Wołoszyn, M. Jabłoński 2004], umożliwią stworzenie szczególnego rodzaju urządzenia wejściowego przystosowanego do współpracy z osobą niepełnosprawną. Analiza ruchów praksyjnych wykonywanych za pomocą takiego urządzenia może okazać się obiecującym komponentem całości pomostu między człowiekiem a graficznym interfejsem użytkownika.

Bibliografia

- Przybyło J., Jabłoński M., Wołoszyn P., *Wizyjny interfejs człowiek — komputer przeznaczony dla użytkowników niepełnosprawnych*, Automatyka, Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne AGH, 2003, t. 7, z. 3, s. 385—398.
- Przybyło J., Wołoszyn P., Jabłoński M., *Rozpoznawanie jednostek czynnościowych mimiki twarzy dla potrzeb interfejsu człowiek-komputer*, Materiały seminarium Przetwarzanie i analiza sygnałów w systemach wizji i sterowania, Słok, 2004.
- Wołoszyn P., Przybyło J., Jabłoński M., *Analiza przydatności metod komunikacji z komputerem w tworzeniu interfejsu dla osób niepełnosprawnych*, Automatyka, Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne AGH, 2003, t. 7, z. 3, s. 399—408.
- Wołoszyn P., Tadeusiewicz R., *Analiza ruchów praksyjnych jako nowe narzędzie przydatne w tworzeniu graficznego interfejsu użytkownika*, Informatyka Teoretyczna i Stosowana, Wydawnictwa Politechniki Częstochowskiej, 2003, r. 3, nr 5, s. 115—138.

Podatkowe i fiskalne bariery rozwoju małych i średnich przedsiębiorstw w turystyce

1. Uwagi wstępne

Od końca lat osiemdziesiątych prawne warunki rozwoju MSP w Polsce są zbliżone do tych, jakie występują, w krajach UE. Obowiązuje zasada wolności (swobody) gospodarczej, zgodnie z którą podejmowanie i prowadzenie działalności gospodarczej jest wolne i dozwolone każdemu w granicach obowiązującego porządku prawnego. W myśl tej zasady forma prawna działalności gospodarczej jest kwestią wolnego wyboru osoby lub podmiotu podejmującego i prowadzącego taką działalność. Dzięki przyjęciu tej zasady możliwy stał się dynamiczny rozwój sektora MSP w Polsce w okresie transformacji.

Rozwój sektora MSP w latach osiemdziesiątych i dziewięćdziesiątych był wynikiem działania wielu czynników: zmian w technologii produkcji i metodach zarządzania, wzrostu poziomu życia sporych grup społecznych, zmiany wzorców wydatków konsumpcyjnych, przyczyniając się do rozwoju szeroko rozumianej sfery usług oraz obniżenia aktywności dużych organizacji, co stworzyło szanse rozwojowe mniejszym podmiotom. W tej sytuacji wzrosła rola sektora MSP w rozwoju gospodarczym kraju i jego konkurencyjności. Spełnienie tej roli wymaga jednak ze strony państwa polityki zachęcającej i wspierającej powstawanie nowych firm, jak i wspomagania rozwoju już istniejących firm. Taką politykę prowadzą niemal wszystkie państwa UE.

W Polsce sektor małych i średnich przedsiębiorstw (MSP) w roku 2002 liczył ponad 2,7 mln podmiotów gospodarczych zarejestrowanych w systemie REGON, zatrudniał ponad 7 mln osób (62,5% wszystkich zatrudnionych w gospodarce), jego udział zaś w tworzeniu PKB wyniósł 48,4% (z tego małe przedsiębiorstwa wytwarzały 39,4%, średnie 9,6%) [A. Rybińska, A. Tokaj-Krzewska (red.), 2003, s. 23]. W pozostałych krajach UE udział małych i średnich przedsiębiorstw w tworzeniu dochodu narodowego jest jeszcze większy i wynosi ponad 50% tego dochodu.

W dalszej części artykułu przedstawiono definicję MSP, obowiązujące kryteria klasyfikacji przedsiębiorstw oraz znaczenie MSP we wzroście gospodarczym i rozwoju społecznym. Najwięcej miejsca poświęcono na omówienie barier podatkowych i fiskalnych rozwoju tego sektora.

Artykuł adresowany jest do teoretyków i studentów zajmujących się tą tematyką oraz praktyków, których zapewne zainteresuje ostatnia część artykułu, w której podano sposoby obliczania podatku VAT w turystyce.

2. Pojęcie i rola MSP

W Polsce — do niedawna — żadna definicja nie spełniała kryterium kompletności i kompleksowości. Stosunkowo najbardziej znane było określenie małego przedsiębiorstwa sformułowane przez L. Zienkowskiego: „[...] pod mianem małego przedsiębiorstwa w przemyśle i budownictwie rozumie się jednostkę zatrudniającą przeciętnie w roku 6 do 50 pracowników, łącznie z wykonującymi pracę nakładczą, agentami oraz właścicielami i członkami ich rodzin. Przedsiębiorstwo średnie przemysłowe lub budowlane zatrudnia natomiast 51 do 500 osób. W pozostałych działach gospodarki granice zatrudnienia, określające daną jednostkę jako małą lub średnią, wynoszą odpowiednio od 5 do 20 pracowników i od 21 do 200 pracowników [...]”.

Dopiero działania mające na celu dostosowanie polskiego ustawodawstwa do unijnego spowodowały wprowadzenie do opublikowanej w grudniu 1999 roku ustawy „Prawo o działalności gospodarczej” definicji małego i średniego przedsiębiorcy [E. Odorzyńska 2003, s. 17—18]. Zgodnie z tą ustawą, za małego uważa się przedsiębiorcę, który w roku obrotowym spełniał następujące warunki: zatrudniał średniorocznie mniej niż 50 pracowników, osiągnął przychód netto (ze sprzedaży towarów i usług oraz operacji finansowych) nie przekraczający 7 mln EURO lub suma aktywów na koniec poprzedniego roku nie przekroczyła 5 mln EURO.

Za średniego uznaje się przedsiębiorcę, który nie jest małym przedsiębiorcą i który jednocześnie w roku zatrudniał mniej niż 250 osób oraz osiągał dochód netto nie przekraczający wartości 40 mln EURO lub suma aktywów jego bilansu na koniec poprzedniego roku nie przekraczała równowartości 27 mln EURO.

W obu przypadkach muszą być spełnione dodatkowe kryteria jakościowe o charakterze właścicielskim oraz kryteria związane z zarządzaniem. W ustawie zostało to ujęte w ten sposób, że przedsiębiorca mały i średni powinien posiadać 75% wkładów udziałów lub akcji, mieć prawo do 75% udziałów w zysku oraz 75% głosów w zgromadzeniu wspólników (akcjonariuszy).

Podział na firmy małe i średnie jest wymogiem statystyki, a także polityki gospodarczej każdego kraju [I. Czaja 1999, s. 49]. Możliwość finansowego i pozafinansowego wspierania sektora prywatnego, a w szczególności promocji małej przedsiębiorczości w gospodarce wolnorynkowej, wymusza stworzenie klasyfikacji przedsiębiorstw ze względu na ich wielkość, gdyż daje to możliwość efektywnego wspierania powstających i rozwijających się przedsiębiorstw oraz bezpośredniego kierowania udzielaną im pomocą.

W Polsce, dane statystyczne dotyczące MSP, są podawane przez GUS i określają następujące przedziały ilościowe [E. Odorzyńska 2003, s. 9]:

- mikroprzedsiębiorstwo — zatrudniające do 5 pracowników,
- przedsiębiorstwo małe w przemyśle i budownictwie — zatrudniające od 6 do 50 pracowników, w pozostałych działach gospodarki od 6 do 20 pracowników,
- przedsiębiorstwo średnie w przemyśle i budownictwie — zatrudniające od 51 do 500 pracowników, w pozostałych działach gospodarki od 21 do 500 pracowników,
- przedsiębiorstwo duże — zatrudniające powyżej 500 pracowników.

Oprócz ilościowych, w literaturze występują również kryteria jakościowe, związane z rodzimą własnością MSP, tzn. [E. Odorzyńska 2003, s. 9]:

- przedsiębiorstwo jest głównym źródłem utrzymania właściciela i jego rodziny,
- członkowie rodziny są pracownikami przedsiębiorstwa,
- decydujący udział właściciela w zarządzaniu firmą,
- finansowanie przedsiębiorstwa nie jest związane z rynkiem kapitałowym,
- przedsiębiorstwo jest przekazywane z pokolenia na pokolenie,
- występuje osobisty stosunek właściciela do pracowników,
- kierownictwo obejmuje jedna osoba lub niewielka grupa osób,
- kierowanie przedsiębiorstwem jest niezależne od osób trzecich.

W podziale branżowym przedsiębiorstw takie kryteria, jak wielkość zatrudnienia i dochód roczny mają jednak relatywny charakter, gdyż każda branża określa inne kryteria klasyfikujące dane przedsiębiorstwo do dużych, średnich czy małych.

Do grupy małych firm w przemyśle i budownictwie zalicza się także zakłady rzemieślnicze, ponieważ w oficjalnej statystyce polskiej są one najczęściej zaliczane do kategorii „zakłady osób fizycznych”, zatrudniające od 1 do 5 osób. W definicji tej nie uwzględnia się rolnictwa, chociaż gospodarstwa rolne docelowo powinny się też kwalifikować jako jednostki produkcyjne agrobusinessu [M. W. Grudzewski, I. Hejduk 1999, s. 19—20].

3. Znaczenie małych i średnich przedsiębiorstw w gospodarce

Pozycja sektora MSP w Polsce z każdym rokiem jest coraz większa i osiąga miejsce należne mu w gospodarce rynkowej. Obok wielu funkcji pełnionych przez sektor MSP w gospodarce rynkowej szczególne znaczenie ma stymulowanie wzrostu gospodarczego. Nadto, zwłaszcza w obecnym okresie transformacji, sektor MSP odgrywa także ważną rolę społeczną i polityczną. Polega ona nie tylko na uformowaniu klasy drobnych właścicieli (jednego z ważnych składników pluralizmu politycznego i budowy demokratycznych instytucji), lecz także w dużym stopniu na łagodzeniu napięć społecznych i redukcji wysokich społecznych kosztów procesu transformacji, mogących zagrozić kontynuowaniu rozpoczętych

przemian. Cel ten realizowany jest zarówno przez pochłanianie pojawiających się w tym czasie nadwyżek siły roboczej, jak i przez kreowanie przedsiębiorczych postaw, wskazywanie szans i możliwości samozatrudnienia, a także osiągnięcia sukcesu i zmiany statusu społecznego [B. Piasecki 2001, s. 79].

Obok funkcji społecznych sektora małych i średnich przedsiębiorstw ważne są również jego funkcje gospodarcze, do których można zaliczyć [B. Piasecki 2001, s. 63]:

- aktywny udział w procesie zmian w strukturze przemysłowej kraju. Inicjowanie powstawania i rozwoju nowych dziedzin produkcji i nowych usług, w tym również tych, które z wielu powodów nie były rozwijane w okresie gospodarki centralnie sterowanej,

- odgrywanie ważnej roli w formowaniu się prywatnej własności środków produkcji. Przejęcie i produkcyjne zagospodarowanie części maszyn i wyposażenia prywatyzowanych wielkich przedsiębiorstw państwowych i wydzielenie z nich wielu mniejszych jednostek, co sprzyja dekoncentracji i demonopolizacji gospodarki kraju,

- wchłonięcie i zagospodarowanie znacznych zasobów siły roboczej, uwolnionej w wyniku racjonalizacji funkcjonowania sektora publicznego,

- zbudowanie koniecznej dla efektywnego funkcjonowania całego systemu gospodarczego ekonomicznej infrastruktury, zwłaszcza rozwój kooperacji i systemu subkontraktów,

- wymuszenie zmian w prawnych uregulowaniach sprzyjających rozwojowi przedsiębiorczości i efektywności funkcjonowania małych podmiotów gospodarczych.

Funkcje generowania nowych miejsc pracy, dzięki temu rozwiązanie jednego z najtrudniejszych gospodarczych i społecznych problemów kraju, jakim jest bezrobocie oraz racjonalizacji zasobów, są szczególnie mocno akcentowane w przypadku krajów mniej uprzemysłowionych lub nawet rozwijających się, gdzie zakłada się, że sektor małych i średnich przedsiębiorstw [B. Piasecki 2001, s. 80]:

- absorbuje nadmiar siły roboczej stosując prostsze techniki produkcyjne o bardziej pracochłonnym charakterze,

- pozwala na zatrudnienie imigrantów z terenów rolniczych i ludzi młodych w skali większej niż firmy duże,

- dostarcza wyrobów i usług niższej jakości, produkowanych po niższych kosztach i sprzedawanych często na kredyt, co odpowiada rzeczywistemu zapotrzebowaniu ludzi biednych,

- gospodaruje bardziej oszczędnie i produktywnie, wydajniej wykorzystując kapitał, oszczędności, przedsiębiorczy talent i inne środki,

- tworzy żywy związek z nowoczesnymi przedsiębiorstwami, sprzedając ich produkty i wykańczając lub uzupełniając je dla celów dalszej odsprzedaży lub eksportu,

— obsługuje wyspecjalizowane rynki, nieatrakcyjne, dla dużych jednostek.

Małe przedsiębiorstwo jest częścią gospodarki rynkowej charakteryzującej się prywatną przedsiębiorczością. Sfera drobnych przedsiębiorstw składa się z „rodzimych” sklepików spożywczych, piekarni, biur projektów, sklepów z narzędziami, butików, usług opieki socjalnej, banków, biur doradczych i wielu innych małych firm.

Małe firmy zaspokajają potrzeby otoczenia i stymulują sytuacje, które zachęcają do otwierania innych małych przedsiębiorstw. W każdym razie, te nowe przedsięwzięcia tworzą większość bogactwa współczesnych, rozwiniętych gospodarek. W mentalności zachodnich społeczeństw małe firmy oferują każdemu obywatelowi okazję nie tylko „zrobienia tego po swojemu”, ale także osiągnięcia bogactwa równego temu, jakie posiadają najwięksi przemysłowcy i potentaci.

Drobna przedsiębiorczość w porównaniu z działalnością na większą skalę posiada wiele zalet [J. Sawicka 2000, s. 12]:

— swobodę działania, elastyczność w przystosowaniu do zmieniających się warunków, a także niezależność w podejmowaniu decyzji. Duże przedsiębiorstwa są mniej elastyczne i wolniej reagują na zmieniające się warunki rynkowe,

— możliwość adaptacji do lokalnych potrzeb konsumentów. Dużym przedsiębiorstwom ze swoimi relatywnie wysokimi kosztami często nie opłaca się nastawienie na zaspokojenie popytu niewielkich grup konsumentów na małym lokalnym rynku. Małym przedsiębiorstwom nawet skromny krąg konsumentów może zapewnić rentowne przedsięwzięcia,

— elastyczność struktury organizacyjnej. Mała przedsiębiorczość umożliwia właścicielowi poznanie swoich pracowników. Na zasadzie współdziałowca można przyciągnąć specjalistów z niezbędnymi kwalifikacjami,

— niskie koszty stałe. Jak wykazuje historia rozwoju przedsiębiorczości w krajach zachodnich, wielu znanych przedsiębiorców zaczynało swoją produkcję w garażu lub piwnicy. Podobnie opłata pracy nie musi być wysoka, gdy pracuje sam właściciel z kilku zatrudnionymi na pół etatu pracownikami. Niskie koszty stałe pozwalają ustalić cenę produktu finalnego na poziomie bardziej konkurencyjnym w porównaniu z dużym przedsiębiorstwem.

Przedstawione powyżej dane dowodzą, że małe i średnie przedsiębiorstwa pełnią ważną funkcję w transformacji dotychczasowego systemu gospodarczego. Firmy te mają do spełnienia ważną funkcję na rynku lokalnym — umocnienie istniejącego systemu gospodarczego oraz kształtowania popytu i podaży na rynkach dóbr konsumpcyjnych i inwestycyjnych. Dlatego też polityka państwa powinna promować małe przedsiębiorstwa. Przedsiębiorca otwierając firmę stoi przed problemem skąd pozyskać środki na rozwój i działalność gospodarczą firmy w początkowym etapie jej funkcjonowania. To właśnie przedsiębiorca musi wybrać właściwą metodę, aby zapewnić firmie jak najlepszy rozwój.

4. Bariery podatkowe i fiskalne

W ciągu ostatnich 10 lat w podatkach dochodowych utrwała się tendencja do zmniejszania zakresu ulg podatkowych [W. Dzierżanowski, M. Stachowiak (red.) 2001, s. 267—269]. Konsekwencje tego dla podatników mogą być korzystne, o ile likwidacja ulg idzie w parze z obniżaniem stawek podatkowych, jak to ma miejsce w podatku dochodowym od osób prawnych. Niestety, w przypadku podatku dochodowego od osób fizycznych, któremu podlega ponad 1,2 mln małych przedsiębiorców, ulgi są likwidowane, a stawki podatkowe pozostają bez zmian.

Podatki dochodowe

Polski system podatkowy nie stymuluje bardziej równomiernego rozwoju regionów. Rozwiązanie to, polegające na zróżnicowaniu stawki podatkowej w zależności od zamożności regionu, budzi wiele kontrowersji, jest jednak z powodzeniem stosowane w niektórych krajach (np. w Hiszpanii). Brak jest również możliwości udziału gmin w regulowaniu wysokości opodatkowania, przez co nie stwarza się władzom lokalnym szans na wykorzystanie polityki podatkowej do pobudzania rozwoju gospodarki lokalnej.

Konkurencyjność polskich małych przedsiębiorstw w porównaniu z firmami z krajów UE pogarsza również wyjątkowo niska kwota wolna od podatku, bardzo niskie progi podatkowe i stosunkowo wysokie stawki podatku dochodowego od osób fizycznych. Krańcowa stopa opodatkowania jest w Polsce osiągana przy dochodach wielokrotnie niższych niż w krajach UE. Utrzymywanie w Polsce niezmiennych warunków podatkowych sprawi, że warunki do prowadzenia małych firm staną się relatywnie gorsze.

Podatek od wartości dodanej i podatek akcyzowy

Zwiększanie obciążeń jest najbardziej widoczne w zakresie podatków pośrednich. Na uwagę zasługuje niekorzystna tendencja do ograniczania możliwości odliczania naliczonego podatku VAT oraz zwiększenie obciążeń podatkowych w podatku akcyzowym, co szczególnie ujawnia się przy opodatkowaniu tym podatkiem paliw silnikowych. Barię rozwoju dla firm najmniejszych może być także obniżenie wartości obrotu, której osiągnięcie skutkuje utratą prawa do zwolnienia od podatku VAT. Stanowi to w istocie zawężenie możliwości wyboru i jest krokiem w innym kierunku niż ogólna pozytywna tendencja, zauważalna w przypadku podatków dochodowych, polegająca na przyznaniu podatnikowi prawa wyboru rozwiązań w zakresie opodatkowania.

Ekonomiczny przymus rezygnacji ze zwolnień od podatku VAT powodują również przepisy dyskryminujące, szczególnie na rynku usług, podatników tym podatkiem nie objętych (np. nieuznawanie ich rachunków w przypadku korzystania z ulg podatkowych przez podatnika, na rzecz którego wykonano usługę).

Objęcie małych podmiotów opodatkowaniem podatkiem VAT wiąże się z nałożeniem nań dodatkowych kosztów związanych z zakupem kas fiskalnych oraz stworzenia służb rachunkowych. Koszty te to około kilka tysięcy złotych rocznie, co w przypadku najmniejszych firm stanowi nawet 20% ich dochodu.

Podatki lokalne

Barierą szczególnie rażąca jest możliwość nakładania znacznie wyższych podatków od nieruchomości, służących prowadzeniu działalności gospodarczej niż podatków od pozostałych nieruchomości, na podstawie przepisów ustawy o podatkach i opłatach lokalnych. Nie sprzyjają rozwojowi przedsiębiorstw także przepisy uzależniające wysokość tego podatku od powierzchni, nie zaś od wartości nieruchomości.

Skomplikowanie systemu prawa podatkowego

System podatkowy jest nadmiernie skomplikowany. Do prowadzonej przez MSP działalności gospodarczej mogą mieć zastosowanie przepisy podatkowe z blisko 80 aktów prawnych. W roku 1990 przepisów tych było mniej niż 60, a w roku 1994 około 70. Akty prawne są również obszerniejsze niż w roku 1990, a regulacje w nich zawarte — bardziej szczegółowe. Przy tak skomplikowanym systemie małe firmy narażone są na sankcje związane z nieprzebrnięciem prawa podatkowego, gdyż przebrnięcie przez rozproszone i zawile przepisy jest częstokroć dla ich właścicieli niewykonalne. Z podobnych przyczyn przedsiębiorcy nie są w stanie korzystać z możliwych preferencji.

Upraszczenie systemu polegające na likwidacji ulg i obniżaniu stawek nie poprawia sytuacji. O skomplikowaniu prawa podatkowego decydują bowiem w znacznie większym stopniu przepisy dotyczące przychodów i kosztów ich uzyskania. Upraszczenie podatków powinno więc zmierzać w kierunku zmniejszenia skomplikowania sposobów obliczania przychodów i kosztów ich uzyskania.

Niejasność przepisów

Trudno czytelne i niejasne są zarówno same przepisy, jak i wyjaśnienia ministra finansów dotyczące stosowania niejasno sformułowanego prawa.

Niestabilność systemu

Istotną wadą polskiego systemu podatkowego są ciągłe zmiany aktów prawnych. W latach 1994—2000 ustawa o podatku dochodowym od osób fizycznych była nowelizowana 42 razy, ustawa o podatku od osób prawnych 41 razy, a ustawa o podatkach i opłatach 17 razy. Zmiany te często mają charakter doprecyzowania przepisów. Mimo iż słusznym założeniem takich zmian jest zapewnienie jednoznaczności przepisów, nie sposób nie dostrzec ich negatywnych konse-

kwencji. Częste zmiany, i tak skomplikowanego prawa, uniemożliwiają korzystanie przez podatników i organa skarbowe z pomocy orzecznictwa i stosowania niezwykle pomocnej wykładni historycznej.

Bariery związane z systemem podatkowym według przedsiębiorców

Wysokość podatków i opłat związanych z prowadzeniem działalności gospodarczej to według przedsiębiorców najpoważniejsza bariera rozwoju firmy. Wskazuje na nią blisko 40% ankietowanych. Porównywalnie zły wpływ na sytuację przedsiębiorstwa mają jedynie niskie obroty wymieniane przez 25% badanych. Inne uciążliwości (inflacja, biurokracja, koszt siły roboczej, konkurencja na rynku) w ocenie przedsiębiorców w bardzo nieznaczny sposób pogarszają ich zdolność do funkcjonowania na rynku [Sytuacja ekonomiczna MSP w ocenie przedsiębiorców, 2000, s. 270].

W opinii przedsiębiorców to właśnie kształt prawa, a nie jego funkcjonowanie, jest szczególnie nieprzyjazny dla podatników. Pytani o ocenę poszczególnych elementów systemu podatkowego za najbardziej przyjazną uznali pracę urzędników urzędu skarbowego. Zdecydowanie najgorzej oceniano czytelność przepisów oraz wysokość stawek [Opinie przedsiębiorców o stanie podatkowym, 2001, s. 270].

Kształt prawa podatkowego za szczególnie istotną barierę rozwoju firm uznają najmniejsze firmy, nie mające wyspecjalizowanych służb rachunkowych. Znamienne jest, że ponad 2/3 przedsiębiorców pytanych o niekorzystne zmiany w systemie podatkowym wykazało co najmniej dwie takie zmiany, najczęściej wzrost faktycznych obciążeń i pogłębiającą się komplikację przepisów. Aż 80% ankietowanych nie potrafiło natomiast wskazać żadnej korzystnej zmiany w ustawach podatkowych od roku 1997. Jedynie przedsiębiorcy objęci ustawą o podatku dochodowym od osób prawnych wskazywali obniżenie podatku jako zmianę pozytywną.

5. Szczególne procedury opodatkowania w turystyce

Szczególne zasady opodatkowania usług turystycznych w VI Dyrektywie Rady z dnia 17 maja 1997 r. w sprawie harmonizacji przepisów państw członkowskich dotyczących podatków obrotowych — wspólny system podatku od wartości dodanej — ujednolicona podstawa wymiaru podatku (77/388/EEC)

Wprowadzenie szczególnych zasad opodatkowania usług turystycznych (w art. 26 VI Dyrektywy p.n. „specjalne procedury dla biur podróży”) miało na celu ujednoczenie i uproszczenie ich opodatkowania we wszystkich państwach członkowskich, a zwłaszcza zapewnienie, że usługi turystyczne świadczone przez agentów turystycznych opodatkowane są VAT tylko raz (wartość usługi nabywanej przez agenta od innego podmiotu nie jest uwzględniana przy obliczaniu pod-

stawy opodatkowania) a także, że usługi wchodzące w skład usługi turystycznej opodatkowane są w kraju, w którym są rzeczywiście wykorzystywane i/lub wykonywane. Ponadto, szczególne zasady opodatkowania wiążą się z uproszczeniem procedur rozliczeń podatkowych; z jednej strony — poprzez brak konieczności rejestracji dla potrzeb VAT w państwach, na obszarze których agent prowadzi swoją działalność (np. świadczy usługi hotelarskie albo transportowe), a z drugiej strony — w związku z opodatkowaniem jedynie marży agenta, przy jednoczesnym zakazie odliczenia podatku naliczonego — przez brak konieczności ubiegania się o zwrot podatku naliczonego na podstawie przepisów VIII Dyrektywy w innych, niż miejsce siedziby, państwach członkowskich.

Zgodnie z art. 26 VI Dyrektywy — agenci turystyczni nie mają prawa do odliczenia podatku naliczonego przy nabyciu towarów lub usług przeznaczonych do dalszej odsprzedaży w żadnym z państw członkowskich. Podatek należny od takich dostaw jest rozliczany w państwie, w którym następuje dostawa towarów lub świadczenie usług — odpowiednio przez dostawcę lub usługodawcę. Zamiast prawa do odliczenia podatku naliczonego, agenci turystyczni obliczają podatek należny jedynie od marży, tj. różnicy pomiędzy kwotą należną od klienta oraz sumą kosztów poniesionych przy nabyciu towarów i usług, składających się na całościową usługę oferowaną przez agenta. Tak więc każda usługa obca, będąca elementem usługi turystycznej oferowanej przez agenta, jest opodatkowana VAT w miejscu nabycia, a agent nie ma prawa do odliczenia lub zwrotu podatku naliczonego przy nabyciu poszczególnych usług. Z drugiej strony, usługa świadczona przez agenta turystycznego, polegająca na organizacji imprezy turystycznej, opodatkowana jest w tym państwie członkowskim, w którym ma on swoją siedzibę lub stałe miejsce prowadzenia działalności, z którego daną usługę wykonał.

Istota szczególnego opodatkowania usług turystyki w ustawie o VAT — opodatkowanie marży

W ustawie z 11 marca 2004 roku o podatku od towarów i usług (Dz. U. nr 54 poz. 535), zwanej dalej ustawą, zasady szczególnej procedury przy świadczeniu usług turystyki określone zostały w ramach art. 119 ust. 1—10. Procedura ta w swej istocie zakłada, że podstawą opodatkowania przy wykonywaniu usług turystyki jest kwota marży pomniejszona o kwotę należnego podatku. Przez marżę rozumie się różnicę między kwotą należności, którą ma zapłacić nabywca usługi, a ceną nabycia przez podatnika towarów i usług od innych podatników dla bezpośredniej korzyści turysty; przez usługi dla bezpośredniej korzyści turysty rozumie się usługi stanowiące składnik świadczonej usługi turystyki, a w szczególności transport, zakwaterowanie, wyżywienie, ubezpieczenie. Podstawę opodatkowania stanowi zatem w tych przypadkach jedynie marża uzyskana przez agenta turystycznego, a nie cała wartość wykonanej przez niego usługi turystycznej. Jeżeli przy organizacji imprezy turystycznej agent (biuro podróży) nabywa usługi od innych podmiotów (transport, wyżywienie, zakwaterowanie), podstawę opodat-

kowania tej usługi stanowi różnica pomiędzy ceną uzyskaną przez agenta od nabywców usługi (turystów) a kosztami jej zorganizowania, na które składać się będą nabyte usługi obce. Tak wyliczona różnica (marża) zawiera w sobie podatek należny od tej usługi (rachunek „w stu”). Przy stosowaniu tej formy opodatkowania agentowi usługi turystycznej nie służy jednak prawo do obniżenia podatku należnego o podatek naliczony od towarów i usług nabytych dla bezpośredniej korzyści turysty.

Warunki, jakie spełniać musi agent turystyczny, aby korzystać z opodatkowania marży na szczególnych zasadach

Opodatkowanie marży przy usługach turystycznych, na zasadach określonych w art. 119 ustawy, bez względu na to, kto nabywa usługę turystyki, może stosować jedynie agent turystyczny, który:

- ma siedzibę lub miejsce zamieszkania na terytorium kraju, czyli w Polsce,
- działa na rzecz nabywcy usługi we własnym imieniu i na własny rachunek,
- przy świadczeniu usługi nabywa towary i usługi od innych podatników dla bezpośredniej korzyści turysty,
- prowadzi ewidencję, z której wynikają kwoty wydatkowane na nabycie towarów i usług od innych podatników dla bezpośredniej korzyści turysty, oraz posiada dokumenty, z których wynikają te kwoty.

Nabywcą usługi — nie tylko osoba fizyczna

W projekcie ustawy zakładano, że z opodatkowania marży przy usługach turystycznych korzystać będą jedynie agenci (biura podróży) świadczący usługi na rzecz osób fizycznych nie będących podatnikami lub na rzecz osób fizycznych będących podatnikami, lecz dla celów nie związanych z prowadzeniem działalności gospodarczej. W Sejmie przyjęto jednak ostatecznie inne rozwiązanie, które pozwala, aby zasada opodatkowania marży naliczonej przez organizatora turystyki mogła być stosowana bez względu na to, kto nabywa usługę turystyki — inna firma czy też osoba fizyczna — o ile tylko spełnione są warunki, o których mowa w punkcie poprzednim.

Działanie na rzecz nabywcy usługi we własnym imieniu i na własny rachunek

Z opodatkowania marży na szczególnych zasadach określonych w art. 119 ustawy korzystać mogą jedynie te biura turystyczne, które działają na rzecz nabywcy usługi we własnym imieniu i na własny rachunek. Dla realizacji usługi turystycznej nabywają towary i obce usługi na własną rzecz i we własnym imieniu, i tak też odsprzedają te produkty nabywcom. Nie mogą z tej formy opodatkowania korzystać agenci, którzy działają w imieniu i na rzecz innych podmiotów, tzn.

w charakterze pośredników otrzymujących wynagrodzenie prowizyjne, które to podlega u nich opodatkowaniu na zasadach ogólnych.

Nabywanie towarów lub usług od innych podatników

Szczególny tryb opodatkowania marży przy świadczeniu usług turystycznych może być stosowany przez agenta (biuro podróży) pod warunkiem, że przy wykonywaniu swojej usługi nabywa on towary i usługi od innych podatników dla bezpośredniej korzyści turysty. Chodzi w tym przypadku o nabywanie przez biuro turystyczne usługi transportowej, zakwaterowania, wyżywienia czy przewodnika, które w całości składają się na usługę turystyczną świadczoną przez agencję turystyczną. Jeżeli bowiem przy świadczeniu tych usług podatnik wykorzystuje swój własny majątek (hotel, autokar itp.), czyli wykorzystuje „usługi własne”, wówczas musi odrębnie ustalać podstawę opodatkowania dla usług własnych (opodatkowanie na zasadach ogólnych — art. 29 ustawy) oraz w odniesieniu do usług nabytych od innych podatników dla bezpośredniej korzyści turysty (art. 119 ustawy). Z powyższych względów podatnik jest zobowiązany prowadzić ewidencję, z której wynikają kwoty wydatkowane na nabycie towarów i usług od innych podatników dla bezpośredniej korzyści turysty, oraz posiadać dokumenty, z których wynikają te kwoty.

Stawka podatku przy świadczeniu usług turystycznych

Uwzględniając powyższe podstawowym kryterium przy określeniu miejsca i wysokości opodatkowania usługi turystyki jest miejsce świadczenia usługi. Zgodnie z art. 27 ust. 1 ustawy miejscem świadczenia w przypadku usługi turystyki jest miejsce, gdzie świadczący usługę ma siedzibę, a w przypadku posiadania stałego miejsca prowadzenia działalności, z którego świadczy usługi — miejsce, gdzie świadczący usługę ma stałe miejsce prowadzenia działalności. W przypadku braku takiej siedziby lub stałego miejsca prowadzenia działalności — miejsce stałego zamieszkania. Usługi turystyczne są opodatkowane w kraju, w którym agent (biuro podróży) ma swoje przedsiębiorstwo lub stałe miejsce prowadzenia działalności, z którego wykonał usługę. Podatnicy, którzy korzystają z opodatkowania marży według zasad art. 119 ustawy, mają obowiązek dysponowania siedzibą lub miejscem zamieszkania w Polsce.

Od 1 maja 2004 roku organizowanie imprez i świadczenie usług turystycznych w Polsce opodatkowane jest stawką 22%. Natomiast usługi hotelowe, usługi gastronomiczne (do 31 grudnia 2007 roku — art. 146, ust. 1 pkt. 2 lit. c), usługi świadczone przez obiekty turystyki oraz inne miejsca krótkotrwałego zakwaterowania, transportowe (pasażerskie) — są opodatkowane stawką 7%. Jeżeli jednak usługi nabywane od innych podatników dla bezpośredniej korzyści turysty są świadczone poza terytorium Wspólnoty, usługi turystyki świadczone przez krajowego agenta podlegają opodatkowaniu stawką podatku w wysokości 0%. Nato-

miast, gdy usługi nabywane od innych podatników dla bezpośredniej korzyści nabywcy usługi (turysty) są świadczone zarówno na terytorium Wspólnoty, jak i poza nim, to usługi turystyki podlegają opodatkowaniu stawką podatku w wysokości 0% tylko w tej części, która dotyczy usług świadczonych poza terytorium Wspólnoty. Dla obydwu zatem części tej usługi (na terytorium Wspólnoty oraz poza nią) podatnik musi ustalić odrębnie podstawę opodatkowania oraz ustalić odrębnie należny podatek.

Stawkę podatku 0% stosuje się pod warunkiem posiadania przez podatnika dokumentów stwierdzających świadczenie tych usług — w całości lub części — poza terytorium Wspólnoty. Podatnik opodatkowujący marżę w trybie art. 119 ustawy, w wystawionych przez siebie fakturach nie wykazuje kwot podatku.

Wykonywanie usługi turystycznej częściowo we własnym zakresie

W przypadku, gdy przy świadczeniu usługi turystyki podatnik oprócz usług nabywanych od innych podatników dla bezpośredniej korzyści turysty, część świadczeń w ramach tej usługi wykonuje we własnym zakresie, tzw. „usługami własnymi”, jest zobligowany do odrębnego ustalania podstawy opodatkowania dla usług własnych i odrębnego w odniesieniu do usług nabytych od innych podatników dla bezpośredniej korzyści nabywcy usługi. W celu określenia podstawy opodatkowania dla usług własnych stosuje się odpowiednio przepisy art. 29 ustawy, czyli ogólne zasady ustalania podstawy opodatkowania. Wówczas podstawą opodatkowania jest obrót. Obrotem jest kwota należna z tytułu sprzedaży pomniejszona o kwotę podatku należnego z uwzględnieniem zasad określonych w art. 29 ustawy. W przypadkach tych podatnik obowiązany jest również do wykazania w prowadzonej ewidencji, jaka część należności za usługę przypada na usługi nabyte od innych podatników dla bezpośredniej korzyści turysty, a jaka na usługi własne. W przypadku usług świadczonych przy wykorzystaniu własnych usług (majątku), ponieważ ta część opodatkowana jest na zasadach ogólnych, podatnik w tej części może dokonywać odliczenia podatku naliczonego — o ile taki wystąpi.

Faktury podatnika świadczącego usługi turystyczne

Stosownie do art. 119 ust. 10 ustawy, faktury podatnika świadczącego usługi turystyczne, korzystającego ze szczególnej procedury opodatkowania marży, wbrew wymogowi określonemu w art. 106 ust. 1 — nie zawierają wyszczególnionej kwoty podatku.

Jak można zauważyć wśród barier rozwojowych MSP szczególnie trudne do pokonania są bariery fiskalne i podatkowe, a w tym zwłaszcza podatek VAT. W tym przypadku problem tkwi nie tylko w wysokości tego podatku, ale również w skomplikowaniu systemu prawa podatkowego i przejrzystości przepisów. Wielu właścicielom MSP bez odpowiedniego doradztwa (wsparcia logistycznego) trudno

będzie barierę tę pokonać. Postulat uproszczenia prawa podatkowego w Polsce oraz zapewnienie doradztwa podatkowego — szczególnie MSP — jest więc nadal aktualny.

Bibliografia

- Czaja I., *Małe i średnie przedsiębiorstwa* [w:] *Przedsiębiorczość i rozwój firmy*, pod red. J. Targalskiego, AE, Kraków 1999.
- Dzierżanowski W., Stachowiak M. (red.), *Raport o stanie sektora MSP w Polsce w latach 1999—2000*, PARP, Warszawa 2001.
- Grudzewski M. W., Hejduk I., *Charakterystyka small businessu w Polsce i na świecie* [w:] *Małe i średnie przedsiębiorstwa*, PWN, Warszawa 1999.
- Odorzyńska E., *Kategoria małych i średnich przedsiębiorstw w krajach Europy*, EiOP, 3/2003.
- Piasecki B., *Mała firma w teoriach ekonomicznych* [w:] *Ekonomika i zarządzanie małą firmą*, pod red. B. Piaseckiego, PWN, Warszawa — Łódź 2001.
- Rybińska A., Tokaj-Krzewska A. (red.), *Raport o stanie sektora MSP w Polsce w latach 2001—2002*, PARP, Warszawa 2003.
- Sawicka J., *Drobna przedsiębiorczość w warunkach gospodarki rynkowej* [w:] *Założenie i prowadzenie małego przedsiębiorstwa*, Wydawnictwo SGGW, Warszawa 2000.
- Skowronek-Mielczarek A., *Małe i średnie przedsiębiorstwa: źródła finansowania*, Warszawa 2003.
- Sobczyk G. (red.), *Ekonomika małych i średnich przedsiębiorstw*, Difin, Warszawa 2004.

Akty prawne

- VI Dyrektywa Rady z 17 maja 1977 r. w sprawie harmonizacji przepisów państw członkowskich dotyczących podatków obrotowych — wspólny system podatku od wartości dodanej — ujednoczona podstawa wymiaru podatku (Nr 77/388/EEC)
- Ustawa z 11 marca 2004 o podatku od towarów i usług (Dz. U. nr 54, poz. 535).

KAZIMIERZ BARWACZ

The Importance of Organizational Culture in the Process of Knowledge Management

The aim of the article is to present the correlation between knowledge management (KM) and organizational culture (OC) in a company. The issue of organizational culture as a determinant of knowledge management implementation is widely described. In the last section of the article an outline of the methodology of diagnosing of the organizational culture in the process of implementation the idea of knowledge management is presented.

ANNA BELNIAK

Marketing Based on Partnership in the Era of Globalization

The article presented here shows current tendencies of many companies such as marketing of transactions and marketing based on partnership among others. Such ideas are known by many companies, which have been running their activities abroad for many years. They allow for new relations and strengthening loyalty of a purchaser. This paper presents so called „customer’s loyalty ladder” and the tendencies of performing business activities according to the marketing based on partnership in the age of globalization.

LESZEK KOZIOŁ

Chosen Aspects of Interpersonal Communication in a Company

The article shows the essence, meaning and basic functions of communication in a company, also its factors and types have been characterized; while the importance of communication in the job motivation has been stressed. Thesis of an increase in the importance of communications has been developed in modern companies, and especially in the ones which have decentralized flexible organizational structures and are based on team work. Most importance has been paid to the discussion of a role of internal communication and the reasons of disturbing this process. Main stress has been placed mainly on improvement of tools and methods of communication as well as on showing models of communication behaviours of some managers.

MICHAŁ KOZIOŁ

Safety and Protection of Information Systems

In the article some typologies of classification of threats to information and information systems have been presented. The most important ones have been characterized here. In the second part of the article information safety policy and information systems safety policy have been defined as well as a modified by the author of the article methodology of its creating and improvement has been presented. Attention has been paid to the importance of human factor in this aspect with particular interest taken in an organizational culture as the determinant of this policy. The final part of the article deals with the description of methods and techniques of information protection with a particular consideration of tele-information measures.

MALGORZATA KUŹNIK-URBAN, WIT URBAN

Application of Exponential Function for Modeling the Dynamics of a Field Beneath a Graph Representing Membership Function in Fuzzy Time Series

An analysis of scalar properties of coefficients constructed for fuzzy numbers is one of the methods used to overcome problems resulting from the multidimensional character of such data. A similar approach was employed to prove, on simulation basis, the viability of combining linear and exponential transformations in modelling the dynamics of a field beneath a graph representing membership function in fuzzy time series generated with difference equations. The paper includes descriptions of both the method used to verify the hypotheses and the conclusions arrived at, also those related to the general formula of such a model.

KATARZYNA MICHALIK

The Use of Rewards and Penalties in an Organization

The aim of the article is to present an influence of penalizing and rewarding employees in the work process and their correlation with the motivation system.

The thesis has been discussed both in the first chapter concerning the rewarding the employees and in the second chapter, which concerns penalizing the employees.

The study consents to a confirmation of assumptions that rewarding, inducing positive reinforces, is the main impetus in controlling a human's behaviour.

JANUSZ MORAJDA

Neural Networks and Their Use in Analysis of Economic Data Based on the Example of Electric Energy Sales Forecast

The paper shows neural networks being an important tool used for analysis of economic data. A historic outline has been presented along with modern ways of investigation referring to these types of tools. General characteristics and classification of neural networks have been outlined too, with particular attention paid to perceptron-based networks. The most important applications of neural methods in business and economy have been described here. An example of an efficient use of the perceptron-based network in the process of a short term forecasting in the sales of electric energy performed by local power stations has been presented as well.

JANUSZ MORAJDA

Applying Perceptron-based Neural Networks in Property Valuation

The article presents a method for applying a system of multi-layer perceptron-based neural networks, trained to implement a classification task, in the field of property valuation. The presented method, rooted in the ability of such networks to approximate the probability of input vector membership in a defined class, makes it possible to assess a probability density distribution for property prices instead of an output in the form of a single price. The generated neural model was used for research based on a set of data concerning property prices in Boston area. The article includes research results and conclusions supporting viability of the approach.

ROBERT PANEK

Supporting the Development of a Small and Medium-sized Companies Sector in Poland and European Union

In the first part of the article the role of a SME sector in all member countries of European Union has been presented, including Poland, the same as present standing and prospects of that important sector of national economy. In the next parts of the paper the essence and classification of methods used to support SME sector have been shown, along with the characteristics of institutions which deal with supporting this sector of economy in Poland and in chosen countries of European Union. In the summary the review of opportunities in the field of SME support has been made, resulting from accession of Poland into European Union.

ANNA PIECHNIK-KURDZIEL

Making Personnel Decisions

The paper presents issues concerning identification and solving personnel problems, i.e. the ones, which are made at the level of personnel management in a company. The starting point was characterizing the essence of the personnel problems, indicating the areas where they appear and developing typologies of personnel decisions. The most attention has been paid to the process of efficient personnel decision making, its stages; main criteria determining the rationality of personnel decisions and subjects involved in that process.

RADOSŁAW PYREK

Particularity of Information and its Role in Company Management

The aim of this article is to show how important the information is in a process of company management, how many activities are being performed which depend on a good and efficient functioning of a strategic information system. More and more frequently we encounter the statement that it is information, which is more valuable than the capital.

Basic concepts, such as data, information, knowledge — have been defined in the first part of the article. Next, the role of information in a company has been presented, with a particular attention paid to the issue of strategic information. Obtaining the right information and the system of strategic information become indispensable for a company since such knowledge will allow for efficient management of a company.

WIT URBAN

Analysis of Membership Function Convergence in Fuzzy Time Series

The paper presents the results of research on the convergence towards a limit form of membership functions in fuzzy time series, generated with difference equations, that is due to deterministic chaos occurrence. A particularly important tool seems to be an analysis of a scalar series of fields beneath a graph representing a variable membership function of the above mathematical models. This is done by defuzzifying the above-mentioned time series. It appears possible to approximate the series variability with an exponential function. However, it should be done by means of simulation experiments in order to formulate theoretical conclusions, as an alternative to difficult, complicated analytical research.

ANNA WOJTOWICZ, WITOLD WOJTOWICZ

The Process of Implementing Information and Building Information Systems in the Management of a Non-profit Organization. Case Study

In the management of a modern organization Information Technology takes a special place, as to a large degree information circulation is possible and carried out just through its use. Taking advantage of Information Technology becomes a necessity forced by the environment of an organization — starting with a compulsory clearance performed partly electronically and finishing with the need of having e-mail addresses and web pages of a company being essential from the marketing point of view. Used information technologies, and related to them procedures as well as change processes do not depend on the fact that we deal with an economic or non-economic organization, a production company, a company providing services or a non-profit company. The aim of the article is to show the case study of a hospital, where the process of creating and implementing information technology has been described as an example, and creating an information system which supports the process of managing this institution.

JACEK WOŁOSZYN

Computing Aspects of Chaotic System Modeling

The efficient research instruments commonly used for identification of chaotic system dynamics include computer-aided simulation experiment. Properly selected software allows generation of time series of required length that result from observation of a mathematical model of the given chaotic system. Computer software can also be used for calculations to support the analysis of simulation results. The computer-aided calculations are the ground for conclusions on the dynamics of the chaotic system model. The accuracy and significance of calculations affect the conclusion viability. The paper presents selected aspects of specific numerical calculations used in computer-aided experiments with chaotic system models.

JACEK WOŁOSZYN

Simulation Testing of Numerical Stability with Piecewise Linear Models of Chaotic Systems

The significant aspects of using simulation methods for examination of the dynamics of chaotic systems include numerical stability of computer-aided calculations. The paper presents selected problems of the impact of arithmetic calculation accuracy on the performance of chaotic system models. The results show that the selection of computing procedure and accuracy level may largely affect the conclusions drawn on the basis of computer-aided calculations.

PAWEŁ WOŁOSZYN

Ergodicity and the Mixing Property in the Chaotic Dynamics of Computer Systems

Examination of the dynamics of broadly-defined computer systems that show the characteristics of a deterministic chaos requires an adjustment of the notions of ergodicity and mixing. The notions are well-defined in case of systems that range within the areas of non-zero status. The range of

states of a computer system is naturally a finite set, which makes it necessary to look for differently defined dynamic characteristics that are prerequisites of chaos. The paper presents a concept of ergodicity that is construed to be a quantitative property of a computer-based dynamic system. It also discusses the problem of defining the property of mixing in the context of imminent periodicity of all the trajectories of the system.

PAWEŁ WOŁOSZYN

Selected Problems of Designing a Human-computer Interface for the Disabled

Analysis of praxic movements (PMA) is a novel approach to graphical user interface development, based on natural human behaviour. In a PMA-based interface, each screen element is related to a single function performed by the computer system. When the user points to a screen element, the related function is activated. A PMA-based interface is supported by an AI component responsible for detection and interpretation of the pointing action. The dynamics of pointer movements over the screen is a sole source of the information processed by PMA, while all other input signals are neglected. Those properties of a PMA-based interface make it a convenient tool for creation of simple and intuitively operated human-computer interfaces for the disabled.

EWA ZYCH

Tax and Fiscal Barriers Formed in Tourism against the Development of Small and Medium-sized Companies

The article presents a discussion on the idea of small and medium-sized companies (SME) it also indicates their importance in the economic and social development, the same as their role in leveling off the tension on the labor market has been presented in the article. Particular attention has been paid to discussions on the development barriers of SME — especially tax and fiscal ones. In the final part of the article some legally binding tax regulations have been provided, which are exercised in tourism and which give an example of the complexities of tax laws and the ambiguities of tax regulations.

Wydawnictwo Małopolskiej Wyższej Szkoły Ekonomicznej w Tarnowie
Tarnów 2001

Wydanie I; ark. wyd. __,__; ark. druk. __,__; nakład 350 egz.

Skład komputerowy: „MarDruk” — Marcin Herzog
ul. Świątokrzyńska 12/511, 30-015 Kraków

Druk i oprawa: Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego
ul. Czapskich 4, 31-110 Kraków, tel./fax 422-59-41