Polskie Towarzystwo Informatyczne

PTI

Systemy zarządzania wiedzą

Redakcja naukowa:

Celina Olszak
Jerzy S. Nowak
Ewa Ziemba

Systemy zarządzania wiedzą

Systemy zarządzania wiedzą

Redakcja naukowa:

Celina Olszak
Jerzy S. Nowak
Ewa Ziemba

PTI

Polskie Towarzystwo Informatyczne – Oddział Górnośląski
Katowice 2006

Recenzenci:
Prof. dr hab. Witold Chmielarz
Prof. dr hab. Maria Nowicka-Skowron
Prof. P.Cz. dr hab. Henryk Piech
Prof. PW, dr hab. Kazimierz Waćkowski

Copyright © 2006 Polskie Towarzystwo Informatyczne

ISBN 10: 83-60810-00-1
ISBN 13: 978-83-60810-00-2

Redakcja techniczna mgr inż. Tomasz Lis, mgr inż. Jerzy S. Nowak
Projekt okładki Marek J. Piwko

Utwór w całości ani we fragmentach nie może być powielany ani rozpowszechniany za pomocą urządzeń elektronicznych, mechanicznych, kopiujących, nagrywających i innych, w tym również nie może być umieszczany ani rozpowszechniany w postaci cyfrowej zarówno w Internecie, jak i w sieciach lokalnych bez pisemnej zgody posiadacza praw autorskich.

Polskie Towarzystwo Informatyczne
Oddział Górnośląski
40-074 Katowice, ul. Raciborska 3
tel. (0 32 251 9811) , e-mail: Katowice@pti.org.pl
www.pti.katowice.pl

Fotokopie, druk i oprawę
Wykonano w Zakładzie Graficznym Politechniki Śląskiej w Gliwicach
zam. 402/06

SPIS TREŚCI

CZĘŚĆ 1 – KONCEPCJE I MODELE SYSTEMÓW ZARZĄDZANIA WIEDZĄ

I	Nanatsudaki model of knowledge creation processes *Andrzej P. Wierzbicki, Yoshiteru Nakamori*	11
II	Rola kapitału intelektualnego w nowoczesnym przedsiębiorstwie *Małgorzata Nycz*	29
III	Zarys koncepcji zastosowania technologii informatycznych w zarządzaniu kapitałem intelektualnym *Celina M. Olszak, Ewa Ziemba*	41
IV	Budowanie strategii przedsiębiorstwa z wykorzystaniem elastycznych systemów informacyjnych *Janusz Grabara*	53
V	Zarządzanie wiedzą z punktu widzenia twórców systemów informatycznych *Bożena Borowiec*	61
VI	Modele zarządzania wiedzą zespołów projektujących systemy informatyczne *Jolanta Sala, Halina Tańska*	67
VII	Zależność między poziomem ryzyka i efektywnością projektu informatycznego *Joanna Bryndza*	77
VIII	System efektywnego udostępniania wiedzy o mocno zróżnicowanym charakterze *Marek Valenta, Leszek Siwik*	85

CZĘŚĆ 2 – METODY I TECHNIKI SYSTEMÓW ZARZĄDZANIA WIEDZĄ

IX The use of reference profiles and multiple criteria evaluation in knowledge acquisition from large databeses 101
Andzrej P. Wierzbicki, Jing Tian, Hongtao Ren

X Zastosowanie podejścia ontologicznego do określania czynników ryzyka wystąpienia zakażeń szpitalnych 117
Filip Balicki, Anna Zygmunt, Jarosław Kozlak, Marek A. Valenta

XI Ontological reusability in state-of-the-art. Semantic languages 129
Michał Szymczak, Maciej Gawinecki, Mladenka Vukmirovic, Marcin Paprzycki

XII Zastosowanie symbolicznej reprezentacji zdań języka naturalnego do efektywnego zarządzania wiedzą w systemie ekspertowym 143
Zbigniew Buchalski

XIII Wpływ e-learningu na optymalizację zarządzania wiedzą korporacyjną 153
Iwona Grabara

XIV Nowe możliwości integracji oraz poprawy skuteczności jednomodalnych systemów silnego uwierzytelniania 165
Adrian Kapczyński

XV Zarządzanie wiedzą w kooperacyjnym łańcuchu dostaw 173
Grażyna Billewicz, Alicja Skrzecz

CZĘŚĆ 3 – REALIZACJA SYSTEMÓW ZARZĄDZANIA WIEDZĄ

XVI Proces zarządzania portfelem inwestycyjnym z wykorzystaniem modelu Sharpe'a 185
Agnieszka Ulfik

XVII Zarządzanie wiedzą w procesach międzynarodowych fuzji i przejęć 193
Katarzyna Szczepkowska

XVIII Zarządzanie wiedzą na przykładzie działalności organizacji charytatywnych 203
Aleksandra Nowakowska

XIX System ekspertowy w procesie technologicznego przygotowania produkcji 209
Jerzy Lipski

XX Wykorzystanie modelowania rozmytego w procesach produkcyjnych 217
Aleksandra Ptak

CZĘŚĆ 4 – ROZWIĄZANIA FINANSOWE I ZARZĄDZANIE WIEDZĄ

XXI Kolektywne procesy obliczeniowe w środowisku automatów komórkowych przy symulacji zagadnienia doboru portfela inwestycyjnego 227
Aleksander Katkow, Agnieszka Ulfik

XXII Estymacja i weryfikacja parametrów rozkładów a-stabilnych dla stóp zwrotu stóp procentowych WIBOR 239
Wioletta Skrodzka

XXIII Analiza długozasięgowa w procesach giełdowych 247
Agnieszka Małota, Janusz Szopa

XXIV Zastosowanie łańcuchów Markowa drugiego rzędu do badania anomalii kalendarzowych na przykładzie notowań indeksu WIG20 oraz cen kontraktów terminowych na indeks WIG20 253
Wioletta Skrodzka, Aneta Włodarczyk

XXV Wieloprocesowy problem szeregowania programów – algorytm heurystyczny 273
Zbigniew Buchalski

XX Wykorzystanie modelowania rozmytego w procesach produkcyjnych
Aleksandra Prok

CZĘŚĆ 4 – ROZWIĄZANIA INFORMATYCZNE I ZARZĄDZANIE WIEDZĄ

XXI Kolektywne procesy obliczeniowe w modelowaniu zjawisk kolektywnych przy użyciu
zagadnienia stadnej pamięci treściowej
Mieczysław Muraszkiewicz

XXII Estymacja i weryfikacja parametrów modelów e-nabiałych dla zastosowań procesowych WITAS
Wiesław Kłosowski

XXIII Analiza długoszeregowa w procesach produkcyjnych
Agnieszka Nowicka-Zagrajek

XXIV Zastosowanie Inżynierii Ateizmu w projektowaniu dedykowanych kalendarzowych na przykładzie motywu dedykowanego WYKAZ
oraz ich kontekstów semantycznych
Wiesław Chrabąszcz, Jarosław Michalowski

XXV Wielokryterialny problem wyszeregowania programów
algorytm heurystyczny
Zbigniew Huczkowski

CZĘŚĆ 1
KONCEPCJE I MODELE SYSTEMÓW ZARZĄDZANIA WIEDZĄ

ROZDZIAŁ I

NANATSUDAKI MODEL OF KNOWLEDGE CREATION PROCESSES

Andrzej P. WIERZBICKI[1], Yoshiteru NAKAMORI

1. Introduction

In the book *Creative Space,* we have shown that there are many spirals of knowledge creation, some of them of organizational character, typical for market innovations and practice-oriented organizations, some of normal academic character, typical for research organizations.

The current interest in knowledge as the basic productive resource resulted since 1990 in many *micro-theories of knowledge creation,* as opposed to more classical philosophic *macro-theories of knowledge development* on a grand historical scale that did not, however, give practical hints how to create knowledge for current needs. The micro-theories are directly concerned with the question how to create knowledge for today and tomorrow, not how it was created historically. They started with *Shinayakana Systems Approach* of Nakamori and Sawaragi (1990); next was *The Knowledge Creating Company* of Nonaka and Takeuchi (1995) with its *SECI Spiral* of knowledge creation. This is an *organizational creative spiral, group oriented:* motivated by purposes of a group and aimed at using the creative power of the group, while an individual plays here the role of a member of the group, not of an individual researcher.

But the *SECI* (*Socialization-Externalization-Combination-Internalization*) *Spiral* is only one of such organizational creative spirals; another, actually older but formulated as a spiral only recently, is the *brainstorming DCCV* (*Divergence-Convergence-Crystallization-Verification*) *Spiral,* see Kunifuji (2005); still another, the Occidental counterpart of the *SECI Spiral* (which is of Oriental origin), is the *objective setting OPEC* (*Objectives-Process-Expansion-Closure*) *Spiral,* see Gasson (2004). Each of these spirals has a different role and can be applied for different purposes, but all have their strengths. However, they do not fully describe knowledge creation processes which have quite different character at academia (universities and research organizations) than at industrial and market-oriented organizations.

The *normal academic research* (where the adjective *normal* is used in the sense of Kuhn, 1960) combines actually three spirals: *Hermeneutics* (gathering scientific information and knowledge from literature, web and other sources, reflecting on these materials and interpreting them), called by us the *EAIR* (*Enlightenment-*

[1] Artykuł prof. A. Wierzbickiego ukazuje się jako reprint materiałów z konferencji w Hamburgu za zgodą Autora i Dziekana School of Knowledge Science JAIST prof. Y. Nakamori

Analysis-Immersion-Reflection) *Spiral; Debate* (discussing in a group research under way), called by us the *EDIS* (*Enlightenment-Debate-Immersion-Selection*) *Spiral; Experiment* (testing ideas and hypotheses by experimental research), called by us the *EEIS* (*Enlightenment-Experiment-Interpretation-Selection*) *Spiral.* Since all of these spirals begin with having an idea, called the *Enlightenment* effect (*illumination, aha, eureka*), they can be combined into a *Triple Helix of normal knowledge creation,* typical for academic work. For a more detailed description and analysis of the *Triple Helix* and the *Enlightenment* effect, together with the ways of stimulating this essential stage of creating ideas, see Wierzbicki and Nakamori (2006)

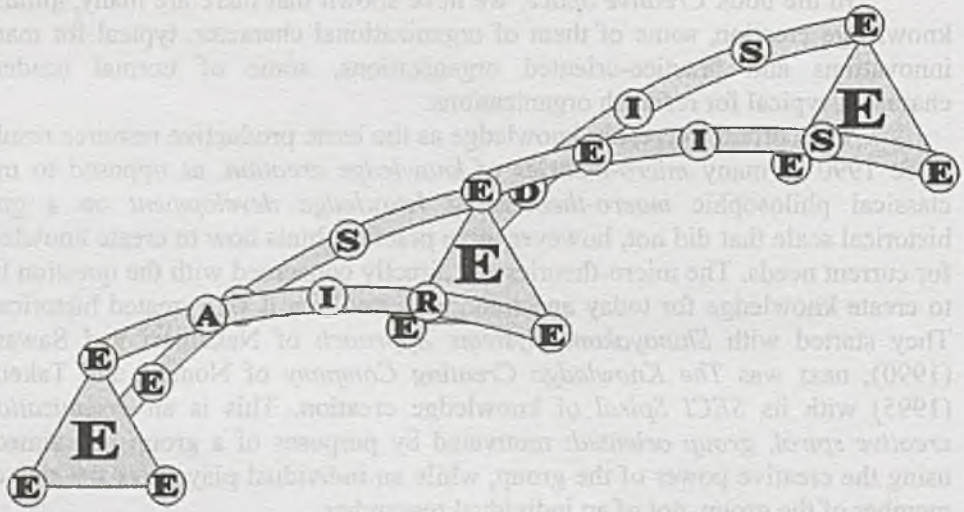


Fig. 1. The *Triple Helix* of normal academic knowledge creation (for more details, see Wierzbicki and Nakamori 2006)

These three spirals contained in the *Triple Helix* do not exhaustively describe all what occurs in academic knowledge creation, but they describe most essential elements of academic research: gathering and interpreting information and knowledge, debating and experimenting. In fact, recent research including a questionnaire on creativity conditions in JAIST confirmed, both directly and indirectly, that these elements are very important for academic knowledge creation, see Wierzbicki et al. (2006). However, these spirals are *individually oriented*, even if a university and a laboratory should support them; e.g., the motivation for and the actual research on preparing a doctoral thesis is mostly individual. Moreover, the *Triple Helix* only describes what researchers actually do, it is thus a descriptive model. Obviously, the model helps in a better understanding of some intuitive transitions in these spirals and makes possible testing, which parts of these spirals are well supported in academic

practice and which require more support; but it does not give clear conclusions *how to organize research.*

However, there are also many other creative spirals described and analyzed in the book *Creative Space.* One is the *ARME Spiral* of *revolutionary knowledge creation,* see Motycka (1998); however, revolutionary knowledge creation occurs rarely and in unexpected places. But the three spirals of organizational knowledge creation mentioned before are important for practical knowledge creation, for innovations, particularly in industry and other purpose-oriented organizations. Unfortunately, they cannot be easily combined into a multiple helix like the *Triple Helix*, because they do not share the same elements. However, the main challenge is not only to combine these spirals between themselves, but also with the spirals of academic knowledge creation. This general challenge is difficult, but such a combination would be important for several reasons:

- Combining these spirals might strengthen academic knowledge creation, because it would increase in it the role of the group supporting the individual research;
- Combining these spirals might strengthen also industrial innovation and knowledge creation, because it always contains also some individual elements that should be explicitly accounted for;
- Combining these spirals might help in the cooperation of industry with academic institutions in producing innovations, because it could bridge the gap between the different ways of conducting research in academia and in industry.

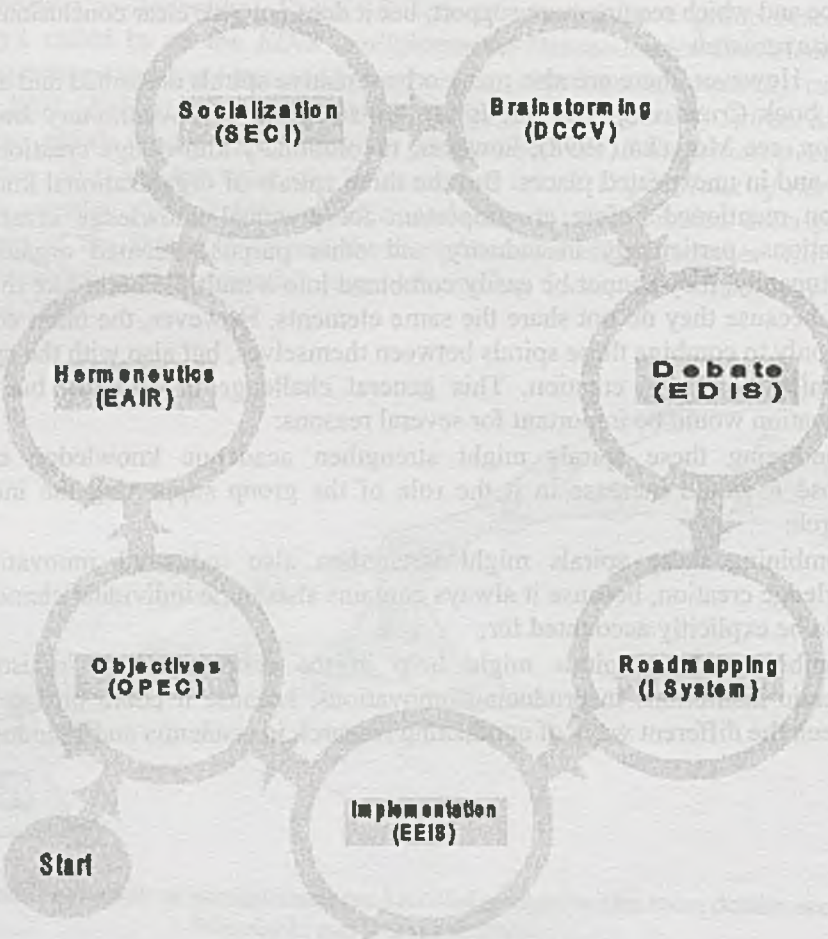


Fig. 2 Diagram of JAIST Nanatsudaki Model
(Septagram of Creative Spirals)

With these purposes, we present in this paper the *JAIST Nanatsudaki Model* – an exemplar (serving as an example to follow, a prescriptive or normative model) of a process of knowledge and technology creation. It consists of seven creative spirals; and each of these spirals might be as beautiful and unpredictable in its creativity, as water whirls in the seven waterfalls (nanatsudaki) on Asahidai close to JAIST. The seven spirals include the three academic and the three organizational mentioned above, but are supplemented by a planning *roadmapping spiral* based on the *I-System* (the pentagram of Nakamori 2000), which also was found empirically to be essential for normal academic knowledge creation, see Wierzbicki et al. (2006). The model is build

following the assumption that its applications will concern technology or material science development, thus the application phase consists of experimental work.

2. The detailed assumptions and description of the *JAIST Nanatsudaki Model*

Although the model could start with any constitutive spiral, we assume that it starts with *objective setting* (thus uses a part of or the entire *OPEC Spiral*) and end with the applications, experimental work, here represented by the *EEIS Spiral.*

There can be two interpretations of the JAIST Nanatsudaki Model. One is that each constitutive spiral of this septagram should be completed, i.e., at least one cycle of the spiral should be realized. This is, however, a rather constraining interpretation, since creative spirals should start and end at any of their elements, without a prescribed number of cycles. Thus, we describe the model while using a different interpretation: we might use any number of the elements (transitions) of the spirals, as necessary, sometimes without completing even one cycle, sometimes repeating more than one cycle.

The consecutive stages of the creative process represented by the model can be thus described as follows.

2.1 Objective setting

Gasson (2004) argues rightly that the power of an Occidental industrial organization is related to a good specification of objectives of any activity. We assume here that the general objective is the best realization of a group research program; but more specific objectives should be set, be discussed by the members of the group and used to motivate them in their joint work.

We recall that Gasson's *OPEC Spiral* was formulated as an Occidental counterpart of the *SECI Spiral* of Nonanka and Takeuchi that has a distinctive Oriental character (in particular, in its starting transition *Socialization* and in assuming tacitly that dedication to a group success can be taken for granted in Oriental society) although it can be applied universally. The *OPEC Spiral* starts with the transition *Objectives* (actual objective setting) that in a sense indoctrinates individualistic Occidental group members, motivates them to think in terms of a joint success in the project. Then the *OPEC Spiral* continues with the transitions *Process* (delineating the steps to achieve the objectives), *Expansion* (similar to *Enlightenment* – generating ideas, although not analyzed by Gasson in detail) and *Closure* (summarizing and integrating the results achieved so far).

The completion of a full *OPEC* cycle might be not needed in some implementations of the *Nanatsudaki Model.* In a shortened implementation, the transitions *Objectives* and an outline of *Process* might suffice – because some later spirals of the *Nanatsudaki Model* perform the functions of *Expansion* and of *Closure* in

more detail – although a full cycle might be tried if there is enough time for it. We stress that the objective setting and process outline in the beginning phase should be done in general and flexible terms, in the spirit of *Shinayakana Systems Approach,* see Nakamori and Sawaragi (1990). However, even such general description is already a great help for all participants of the project, members of the group, coordinating their individual efforts in the next stage. Detailed objective setting and process planning is postponed until a further stage of roadmapping.

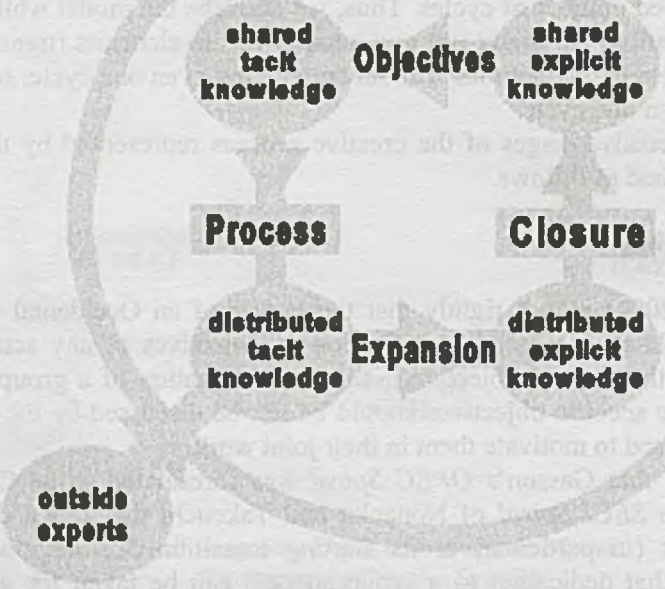


Fig. 3 The *OPEC Spiral* (Gasson)

2.2 Hermeneutics

We use this humanistic concept to describe the most basic activity for any research – that of gathering relevant information and knowledge, called here *research materials,* from outside sources, interpreting them and reflecting on them. Humanists often use this concept to distinguish between human sciences and hard sciences, see Gadamer (1960), maintaining that humanistic knowledge creation has *edifying* goals, centered at human beings, as opposed to *explaining* goals of hard sciences, centered at

outside world; hermeneutics is the core of humanistic knowledge creation. However, in their attempt to distance themselves from hard sciences and technology, humanists overlook an essential point: *any research involves the interpretation of human heritage in a given field, thus hermeneutics is not restricted to humanistic studies* – it is equally applied in hard science or technology development. In Wierzbicki and Nakamori (2006), we have presented also a way of closing the *hermeneutic circle* that differs from the classical way - either assuming the use of classical, supposedly infallible intuition, or a recourse to transcendental powers in closing the hermeneutic circle. We observe that this circle is actually a spiral of knowledge creation and it can be closed by a rational theory of fallible but powerful intuition, developed by Wierzbicki (1997, 2004). All this is represented as the *hermeneutic EAIR Spiral,* see Fig. 4.

After setting the objectives in the phase 1 of the *Nanatsudaki* model and defining an outline of the working process, all members of the group working on a research project should start hermeneutic activity. This does not mean they this activity is restricted only to stage 2; it should continue parallel to all further stages; but it is essential that some research materials are gathered and reflected upon before the stage 3. Thus, here at least one full cycle of the *EAIR Spiral* should be completed: the transition *Enlightenment* corresponds first to ideas where and how to find research materials; *Analysis* is a rational analysis of the research materials, *hermeneutic Immersion* means some time necessary to absorb the results of analysis into individual intuitive perception of the object of study, *Reflection* means intuitive preparation of the resulting new ideas. Further repetitions of the spiral should go on parallel to other activities. *Hermeneutics* is the most individual research spiral, but its importance should be well understood even in fully industrial group-based research.

Fig. 4 The *hermeneutic EAIR Spiral* (Wierzbicki and Nakamori)

2.3 Socialization.

Upon completing at least one cycle of the hermeneutic spiral, all members of the group working on a research project have some intuitive perception of the relevant object of research, thus they can start to use it in the *SECI Spiral* of Nonaka and Takeuchi (1995). Nonaka and Takeuchi do not stress this, but they tacitly assume that the objectives of research are broadly outlined and the intuitive perception – tacit knowledge – of individual group members is already present at the start of the *SECI Spiral.*

Again, we could perform here all transitions of the spiral, as described in detail in Nonaka and Takeuchi (1995). We give here a slightly different interpretation of these transitions: *Socialization,* which actually means sharing intuitive perceptions in an informal meeting; *Externalization,* which can be explained as rationalizing the intuitive knowledge of the group; *Combination,* developing detailed plans and directives for individual group members; *Internalization,* increasing individual intuitive perception – tacit knowledge - while learning by doing. However, in the *Nanatsudaki Model* we can again let other spirals in further stages perform in more detail the function of either

Externalization (as in *Brainstorming* and in *Debate*) or of *Combination* (as in *Roadmapping*) or even of *Internalization* (as in *implementation*). Thus, the entire *Nanatsudaki Model* can be interpreted as an enhanced *SECI Spiral;* however, in its separate part that is directly related to *SECI Spiral* it is sufficient to perform only the *Socialization.* It is, on the other hand, an extremely important part; without *Socialization,* the following *Brainstorming* and *Debate* might be not very effective.

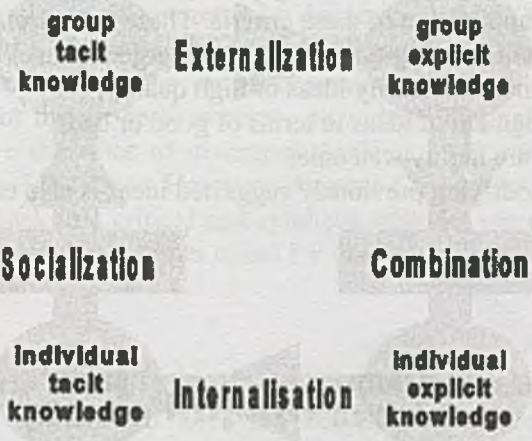


Fig. 5 The *SECI Spiral* (Nonaka and Takeuchi)

2.4 Brainstorming.

After *Socialization,* the members of the group working on a research project are well prepared for *Brainstorming.* Brainstorming has many definitions; the word *brainstorm* generally describes an intense inspiration generating bright ideas, a part of the creative transition from intuition to rationality called *Enlightenment* (*illumination, aha, heureka*) in this paper. However, the word *brainstorming* obtained since (Osborn 1957) a specific meaning: *brainstorming is a process designed to create new ideas by suspending judgment of their utility.* Actually, Osborn defined brainstorming as *"a conference technique by which a group attempts to find a solution for a specific problem by amassing all the ideas spontaneously by its members",* hence he

concentrated first on *group brainstorming.* Later, it was observed that the brainstorming technique can be also used individually, whereas the essence of the technique is generating and listing ideas while suspending judgment and selection until a later stage.

The concept of *brainstorming* was further enriched by defining the related concept of *divergent phase of brainstorming.* Historically, this concept originated from the theories of *divergent thinking* (Torrance 1966) and of *divergent production* (Guilford 1967). Guilford proposed 4 criteria of divergent thinking: *fluency, flexibility, originality,* and *elaboration.* Brainstorming rules (at least, related to the first, divergent thinking phase of brainstorming) are conclusions resulting from the application of these criteria. These rules are:

1) The goal of brainstorming (at least, in its divergent phase) is to produce a large quantity of ideas, not necessarily ideas of high quality;
2) There is no judgment of ideas in terms of good or bad;
3) Unusual ideas are highly welcome;
4) Adapting or modifying previously suggested ideas is also encouraged.

Fig. 6 Brainstorming *DCCV Spiral* (Kunifuji)

During last half a century, brainstorming has found diverse elaboration and many applications; however, there is no doubt that it constitutes an organizational

knowledge creation process, possibly one of the oldest. In relation to the *SECI Spiral,* it was observed that brainstorming can also be represented as a spiral, see Kunifuji (2005), Wierzbicki and Nakamori (2006). This is the *DCCV Spiral* that consists of following transitions: *Divergence* (as in divergent brainstorming), *Convergence* (selecting most helpful ideas), *Crystallization* (of the best ideas) and *Verification* (by applying these ideas).

In the *Nanatsudaki Model*, the full cycle of the *DCCV Spiral* can be performed, but is not necessary: while the *Divergent* thinking transition is essential here to generate as many and as wild ideas as possible, and *Convergent* thinking is helpful to organize these ideas, further transitions of *Crystallization* and of *Verification* are in more detail supported by the next spiral of *Debate* and the final spiral of *Experiments.* However, the *Divergent* thinking transition is extremely important for the success of the entire creative process: it mobilizes the full imaginative power of the group to generate new ideas. During this transition, we should fully observe the rules of divergent thinking – *do not criticize, develop creatively even the wildest ideas.* However, the next *Convergent* thinking transition requires switching back to a critical and synthetic attitude; since this never occurs easily, it is better to switch to another spiral for the *Crystallization* of ideas.

2.5 Debate

In Wierzbicki (2004) and Wierzbicki and Nakamori (2004) it was suggested that the *SECI Spiral* does not describe the processes of academic knowledge creation and, as a first example of such processes, the *Intersubjective EDIS Spiral* was introduced, consisting of the transitions *Enlightenment, Debate* (discussing an idea in a seminar group), *Immersion* (of the results of debate into the intuitive knowledge of the group), and *Selection* (of the results of debate by the originator of the idea, perhaps enhancing these results by repeating the debate – which constitutes the principle of *Double Debate: double debate is always more productive than a single one*). The EDIS Spiral is presented in Fig. 7.

Fig. 7 The *EDIS Spiral* (Wierzbicki)

In the *Nanatsudaki Model,* we use the transition *Debate* for a rational organization of ideas. If we separate this stage from the former *Brainstorming* by at least one night, the members of the group have the opportunity to immerse the results of the former stage into their intuition; thus, they can better engage in debating these results.

Actually, the debate is a part of detailed realization of the difficult stages of *Combination* from *SECI Spiral* or *Crystallization* from *DCCV Spiral:* a list of ideas defined by groupwork must be made clear enough for every member of the group, and there is no better method for realizing that objective than questioning and debating. As suggested by the principle of *Double Debate,* if the *EDIS Spiral* is performed separately, it is best to perform at least two cycles of it in order to mobilize fully group intuition. In the *Nanatsudaki Model,* however, *EDIS Spiral* utilizes the group intuition obtained by immersion of the results of *Brainstorming,* and in turn prepares group intuition for the next stage of *Roadmapping.* Thus, it is sufficient to complete only one cycle of *EDIS Spiral,* starting with the *Debate* and leaving some time – again, at least one night – for the immersion of results and intuitive selection of conclusions, preparing the next stage of *Roadmapping.* Again, it must be stressed that a well organized *Debate* is crucial: the members of the group must realize that they must

switch their mind-sets, abandon the uncritical attitude of the former stage of *Brainstorming* and start an open though constructive questioning of every assumption and of every doubt, in order to achieve a true *Crystallization* of ideas.

2.6 Roadmapping.

Roadmapping means including creative insights into detailed planning, in this case planning of further research activities. There are many forms of roadmaps, such as: multiple layers; bars; tables; graphs; pictorial representations; flow charts; text. These formats are, however, just tools, while the essential basis of a roadmapping process is a blueprint or a normative model of the process that is planned. Thus, the entire Natnatsudaki model might be a used as a blueprint for the roadmapping activity. Here we assume, however, that roadmapping is a part of the entire creative process and its goal is to focus further research activities while using the results obtained until now – after the stages of *objective setting, hermeneutics, socialization, brainstorming, debate*. There are thus already many partial results and ideas that must be focused to achieve best final results.

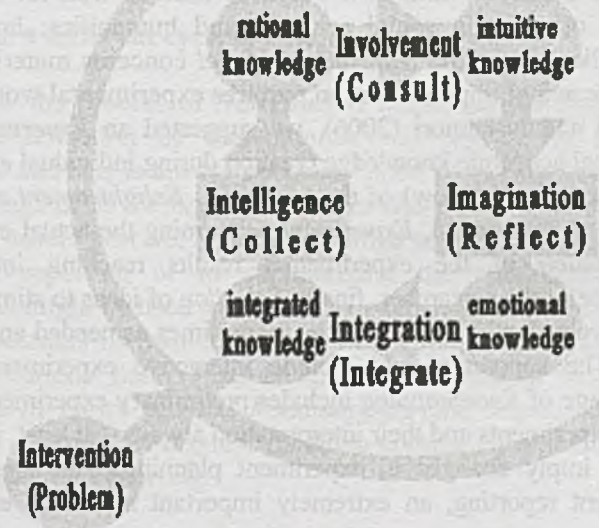


Fig. 8 The I^5 *Spiral* (Nakamori)

We assume that roadmapping with this focusing goal will be based on the I^5 *Pentagram System* or rather its representation as the I^5 *Spiral* shown in Fig. 8. All

nodes in Fig. 8 represent group knowledge, because roadmapping is assumed to be a group activity, but they correspond to group integrated, then rational, then intuitive, emotional and again integrated knowledge. The transition *Intelligence* means actually summarizing for the group use all results of individual hermeneutic activities, *collecting* all research material and partial results obtained until now; in planning future activities, this must also account for future hermeneutic and experimental activities, for implementation of final research work and planning final steps of the entire project and its expected results. However, such plan of activities must be treated as only an outline, not a completed roadmap, because a mature roadmap can be obtained only completing a full cycle of the I^5 *Spiral.* The next transition, *Involvement,* means *consultations* – with social and economic experts, particularly the future users of the results of research project – about the outline of the plan and the expected results. After such consultations, the research group must *reflect* in the transition *Imagination,* thus immerse the consultation outcomes in their emotional knowledge and prepare the ground for a new integration. The *Integration* transition occurs during working out a mature form of the roadmap for further research activities; thus the integrated knowledge takes the form of a completed roadmap.

2.7 Implementation: experimental work

All the stages described until now could be used as well for a project in information sciences or even in social sciences and humanities; however, we assumed that the application of the *Nantsudaki Model* concerns material sciences or technology, thus the actual implementation requires experimental work.

In Wierzbicki and Nakamori (2006), we suggested an *Experimental EEIS Spiral* describing normal academic knowledge creation during individual experimental research; it consists (see Fig. 9 below) of the transitions *Enlightenment* meaning the creation of an idea of an experiment, *Experiment* performing the actual experimental work, then *Interpretation* of the experimental results reaching into intuitive experimental experience of the researcher, finally *Selection* of ideas to stimulate a new *Enlightenment.* This cycle should be repeated as many times as needed and with such support as needed. The support should include interactive experiment planning; although the former stage of *Roadmapping* includes preliminary experiment planning, the results of current experiments and their interpretation always – at least, in a creative experimental work – imply changes in experiment planning. The support should include also experiment reporting, an extremely important aspect of experimental groupwork.

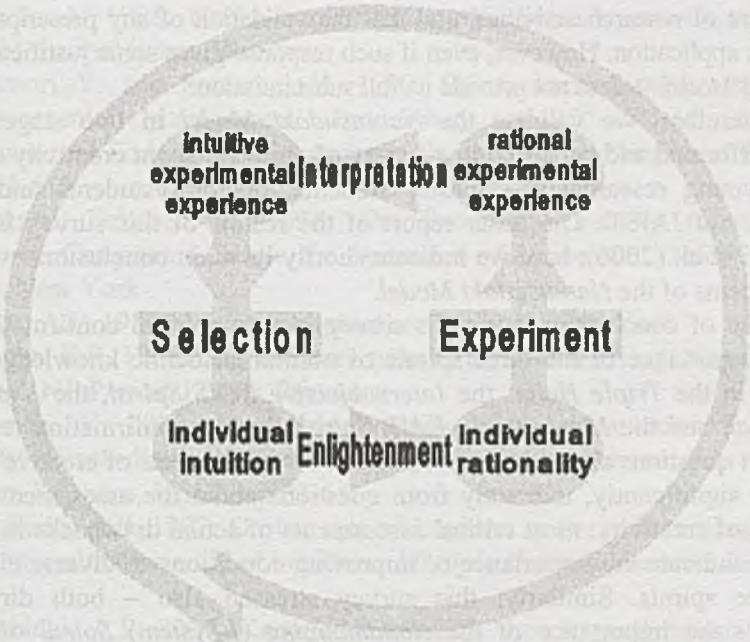


Fig. 9 The *EEIS Spiral*

2.8 Closure: a different cycle of entire process

How the process of *Nanatsudaki Model* should end? A report of results obtained, a reflection on this summary of results, on their possible future implications and use, is always necessary upon completing a research project or an important stage of it. *We suggest to use for this purpose another cycle of the entire Nantsudaki Model process,* suitably modified and shortened, if necessary, to fit the purpose of reporting or to summarizing the results. For example, a new *Socialization* might be used to informally exchange ideas about the importance and future applications of results; *Brainstorming* might be performed again, if some future applications deserve it; *Debate* might help in the best summary and presentation of entire project; *Roadmapping* and *Implementation* might be not needed, but a review of original roadmap comparing it with actual developments might be helpful in reporting.

3 Validation and Conclusions

A question might be asked: why did we select precisely these creative spirals and this particular order of them? We can answer that we did it on the basis of our intuitive, tacit knowledge, resulting from many years of our experience in the

management of research activities, and that the validation of any prescriptive model requires its application. However, even if such response gives some justification to the *Nantsudaki Model,* it does not provide its full substantiation.

Therefore, we validate the *Nanatsudaki Model* in two stages. One is already performed and consisted in a survey of opinions about creativity conditions between young researchers – master students, doctoral students and research associates – at JAIST. The fuller report of the results of this survey is given in Wierzbicki et al. (2006); here we indicate shortly its main conclusions with regard to the elements of the *Nanatsudaki Model.*

One of conclusions from this survey is an empirical confirmation of the essential importance of the three spirals of normal academic knowledge creation contained in the *Triple Helix:* the *Intersubjective EDIS Spiral*, the *Experimental EEIS Spiral,* and the *Hermeneutic EAIR Spiral.* Such a confirmation results both from direct questions about the importance of diverse aspects of creative processes and, more significantly, indirectly from questions about the assessment of actual conditions of creativity: most critical assessments of actual drawbacks in creativity conditions indicate the importance of improving conditions of diverse elements of these three spirals. Similarly, this survey stressed also – both directly and indirectly - the importance of the *Roadmapping* (*I-System*) *Spiral* of planning knowledge creation processes.

Another stage is intended and consists in an application of the full cycle of the *Nanatsudaki Model* in a research project; it might consist in the group research on modernizing the definition of knowledge science at the School of Knowledge Science at JAIST, but we encourage other researchers to try this normative model.

References

1) Gadamer H.-G. 1960: *Warheit und Methode. Grundzüge einer philosophishen Hermeneutik.* J.B.C. Mohr (Siebeck), Tübingen
2) Gasson S. 2004: The management of distributed organizational knowledge. In Sprague RJ (ed) Proceedings of the 37 Hawaii International Conference on Systems Sciences (HICSS 37). IEEE Computer Society Press, Los Alamitos, Ca
3) Guilford, J.P. 1967: *The Nature of Human Intelligence*, McGraw-Hill, New York
4) Kunifuji S. 2004: Creativity Support Systems in JAIST. *Proceedings of JAIST Forum 2004: Technology Creation Based on Knowledge Science,* pp 56-58
5) Kuhn T.S. 1962: The structure of scientific revolutions. Chicago University Press, Chicago (2nd ed., 1970)
6) Ma T., Liu S., Nakamori Y. 2004: Roadmapping for Supporting Scientific Research. *Proceedings of MCDM 2004* (17th International Conference on Multiple Criteria Decision Making, Whistler, Canada), Simon Fraser University

7) Motycka A. 1998: Nauka a nieświadomość (Science and Unconscious, in Polish). Leopoldinum, Wrocław
8) Nakamori Y. and Sawaragi Y. 1990: Shinayakana Systems Approach in Environmental Management. *Proceedings of 11th World Congress of International Federation of Automatic Control*, Tallin. Pergamon Press, vol 5 pp 511-516
9) Nonaka I, Takeuchi H. 1995: *The Knowledge-Creating Company. How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation.* Oxford University Press, New York
10) Osborn, A.F. 1957: *Applied Imagination.* Scribner, New York
11) Torrance, E.P. 1966: The Torrance tests of creative thinking: Norms-technical manual, NJ: Personal Press, Princeton
12) Nakamori Y. 2000: Knowledge management system toward sustainable society. Proceedings of First International Symposium on Knowledge and System Sciences, JAIST, pp 57-64
13) Wierzbicki, A.P. 1997: On the role of intuition in decision making and some ways of multicriteria aid of intuition. *Multiple Criteria Decision Making* 6:65-78.
14) Wierzbicki, A.P. 2004: Knowledge creation theories and rational theory of intuition. *International Journal for Knowledge and Systems Science* 1:17-25
15) Wierzbicki A.P. and Nakamori Y. 2004: Creative space: a tool for knowledge integration. *International Journal for Knowledge and Systems Science* 1:26:32
16) Wierzbicki, A.P. and Nakamori Y. 2006: *Creative Space: Models of Creative Processes for the Knowledge Civilization Age.* Springer Verlag, Berlin-Heidelberg
17) Wierzbicki A.P., Tian J., Ren H. 2006: The Use of Reference Profiles and Multiple Criteria Evaluation in Knowledge Acquisition from Large Databases. Intended for *4th US-European Workshop on Logistics and Supply Chain Management,* University of Hamburg, Germany

ROZDZIAŁ II

ROLA KAPITAŁU INTELEKTUALNEGO W NOWOCZESNYM PRZEDSIĘBIORSTWIE

Małgorzata NYCZ

Wprowadzenie

Elementem nowoczesnej gospodarki, określanej także mianem gospodarki opartej na wiedzy stają się przedsiębiorstwa inteligentne funkcjonujące w dynamicznie zmieniającym się otoczeniu. Przemiany dokonują się nie tylko na poziomie pojedynczych przedsiębiorstw ale także w sferze makroekonomicznej poszczególnych państw i całego świata. W dobie rozwoju społeczeństwa informacyjnego jednym z podstawowych zasobów przedsiębiorstwa staje się wiedza, która zaczyna stanowić istotny czynnik walki konkurencyjnej. Mówiąc o zasobach wiedzy należy pamiętać, że obejmują one nie tylko dane i informacje zgromadzone w firmie, ale także potencjał intelektualny pracowników. Wiele przedsiębiorstw w niewielkim stopniu potrafi wykorzystać te zasoby, pomijając zwłaszcza w swoich działaniach zasoby intelektualne swoich pracowników.

Gospodarka elektroniczna tworzy model dystrybucji Nowej Gospodarki (ang. *New Economy*), której nośnikami są m.in. globalizacja, rewolucja informacyjna, innowacje technologiczne oraz wzrost znaczenia wiedzy. Informacja staje się nie tylko środkiem do osiągnięcia organizacyjnej efektywności lecz także podstawowym zasobem produkcyjnym.

Zdolność firmy działającej w przestrzeni wirtualnej, do uzyskania przewagi konkurencyjnej, jest uzależniona od umiejętności przełożenia jej innowacyjnej strategii biznesowej na możliwości internetowe ułatwiające szybszy dostęp do informacji. Firma nie może ignorować zmian, które niesie ze sobą e-biznes, który decyduje o kształcie informatyki, usługach finansowych, sprzedaży detalicznej i komunikacji. Systemy gospodarki elektronicznej stwarzają szansę zdobycia przewagi konkurencyjnej poprzez wykorzystanie wiedzy poszukiwanej m.in. w internecie, ekstranecie, systemach planowania zasobów przedsiębiorstwa (ang. *Enterprise Resource Planing* – ERP) i elektronicznej wymiany danych (ang. *Electronic Data Interchange* – EDI).

Walutą obiegową nowej gospodarki nie jest twardy kapitał lecz kapitał w postaci szeroko rozumianej wiedzy [1]. Sukces każdej działalności biznesowej wymagającej efektywnego zarządzania informacją jest budowany na bazie zdefiniowanej architektury informacyjnej, która wyznacza wizję procesów informacyjnych i ich miejsce w środowisku przedsiębiorstwa. Wykorzystanie w tym przypadku sprawdzonych wzorców pozwala zbudować procesy oparte o rozwiązania techniczno-technologiczne i organizacyjne. W nowoczesnej gospodarce jakość architektury informacyjnej ma wpływ na zdolność przedsiębiorstwa do skutecznego działania (konkurowania).

W tej nowej rzeczywistości gospodarczej opartej na globalizacji rynku przedsiębiorstwo zmuszone jest do poszukiwania nowych sposobów osiągnięcia przewagi konkurencyjnej, a jednym z nich może być kapitał intelektualny. Wiedza ma być symbolem XXI wieku, a więc rośnie znaczenie niematerialnych zasobów przedsiębiorstwa.

1.Nowoczesne przedsiębiorstwo

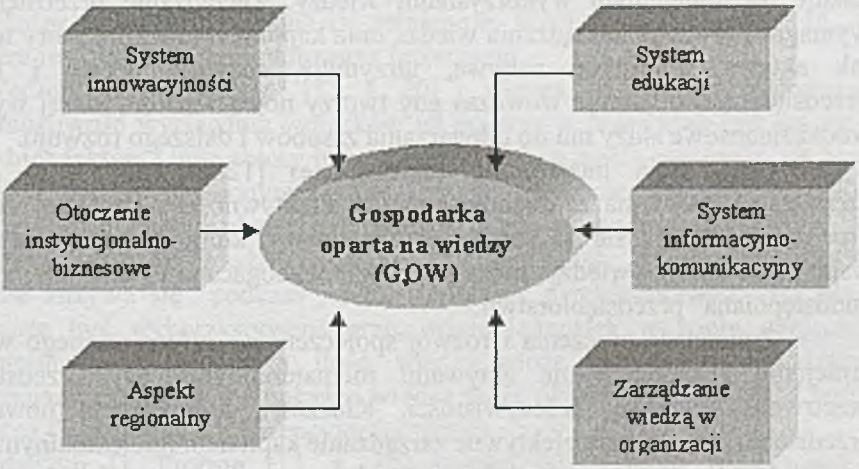
Rozwój rynku teleinformatycznego spowodował, że epoka przemysłowa zaczęła ustępować epoce informacji i wiedzy, w której najważniejszym jest globalne społeczeństwo informacyjne często utożsamiane z rozwojem teleinformatyki. Posiada ono szersze znaczenie, gdyż decydujący w rozwoju społeczeństwa informacyjnego jest fakt, że informacja staje się podstawowym zasobem produkcyjnym (obok surowców, kapitału, pracy). Podstawą rozwoju społeczeństwa informacyjnego jest gospodarka oparta na wiedzy, w której zasadniczym zasobem jest wiedza zawarta m.in. w bazach danych, czy potencjale intelektualnym przedsiębiorstwa. Nowy typ społeczeństwa, jakim jest społeczeństwo informacyjne, posiada zdolność przyswajania, rozumienia, kreowania nowych wartości w oparciu o wiedzę [2].

Żyjemy w czasach określanych jako epoka oparta na wiedzy. Zatem posiadanie wiedzy jest tym zasobem, który decyduje o powodzeniu tak jednostek, jak i organizacji gospodarczych [3]. Znaczenie wiedzy zaczęto doceniać mniej więcej już w latach 80-tych ubiegłego wieku. Dokonująca się globalizacja, której sprzyjał szybki rozwój cywilizacyjny, rozpowszechnienie się stosowania techniki komputerowej, rozwój sieci komputerowych, w tym internetu znakomicie ułatwia dotarcie do żądanych informacji, wymianę tychże, ułatwia pracę zespołom tak wirtualnym jak i realnym, etc. Mówi się zatem, że jesteśmy (a w każdym razie dążymy w tym kierunku) społeczeństwem informacyjnym [4]. Dzisiaj o wartości firmy decyduje nie ilość wydobytego węgla czy wytopionej stali, a wiedza zawarta w przedsiębiorstwie.

Celem budowy społeczeństwa informacyjnego u nas powinno być tworzenie potencjału gospodarczego umożliwiającego przedsiębiorstwom aktywne konkurowanie w globalnej gospodarce opartej na wiedzy. Nowa gospodarka jest źródłem wielu szans, ale należy zadbać o aspekty rozwoju gospodarczego i społecznego, które zapewnią konkurencyjność w skali globalnej.

Globalizacja postawiła nowe wymagania wobec przedsiębiorstw, które chcąc przetrwać w nowej rzeczywistości będą musiały szukać nowych metod zarządzania oraz skierować swoją działalność nie tylko na rynek regionalny, krajowy, ale także na światowy [5]. Metody i formy które wykorzysta przedsiębiorstwo muszą być racjonalne i nowatorskie. Nie dostrzeganie zasobu jakim jest wiedza i kapitał intelektualny może okazać się taktyką krótkowzroczna i zawodną. Gospodarka oparta na wiedzy (GOW) stanowi nowy etap w rozwoju podmiotów gospodarczych i społeczeństw [6]. Głównym zasobem tego rozwoju staje się wiedza i informacja obok surowców, kapitału oraz pracy [7].

Gospodarka oparta na wiedzy zazwyczaj kojarzona jest przede wszystkim z technologiami informacyjno-komunikacyjnymi, postępem technicznym i innowacyjnością [8]. Za jedną z najważniejszych jej cech uważa się ponadto rosnące znaczenie globalizacji, a także nauki i wiedzy będącej podstawą współczesnych przemian. Rośnie zapotrzebowanie na wiedzę i wykwalifikowanych pracowników umysłowych. Coraz większa konkurencja polegająca na tworzeniu i wprowadzaniu na rynek innowacji wymaga ciągłego podnoszenia swoich kompetencji i tworzenia oraz przyswajania nowej wiedzy. Według Banku Światowego GOW opiera się na sześciu filarach, którymi są innowacyjność, edukacja, otoczenie instytucjonalne i biznesowe, system informacyjno-komunikacyjny, zarządzanie wiedzą w organizacji oraz uwzględnienie uwarunkowań regionalnych (rys. 1.).



Rys. 1. Podstawowe filary gospodarki opartej na wiedzy
Źródło: [9, s. 10]

Podstawową sukcesu przedsiębiorstwa powinna być wiedza. Na rynku powoli pojawiają się przedsiębiorstwa, które czerpią wartość dodaną z kapitału intelektualnego, a ich struktura wewnętrzna jest bardziej spłaszczona i mniej zhierarchizowana.

Przedsiębiorczość jest szczególną postawą zorientowaną na odkrywanie i wykorzystywanie szans, której towarzyszyć musi otwartość na zmiany i innowacyjność. Coraz częściej postawa ta wiąże się z umiejętnością wykorzystania wiedzy i przyjmuje postać przedsiębiorczości intelektualnej [10, s. 8]. Przedsiębiorczość jest koniecznością powodowaną trendami zmian w systemie nowoczesnych przedsiębiorstw, które są zorientowane na tworzenie wartości dla klienta i związanymi z tym zmianami w metodach zarządzania.

Przedsiębiorstwa oparte na wiedzy są organizacjami uczącymi się, w których ważna jest nauka nie tylko sposobów adaptacji (ang. *adaptive learning*) ale i znajdowania nowych rozwiązań przez uczenie rozszerzające możliwości twórcze (ang. *generative learning*). Możliwe zatem będzie dokonywanie zmian

transformacyjnych oraz zmian kultury organizacyjnej co pozwoli im na kształtowanie własnej przyszłości.

Przedsiębiorstwo staje się uczącą się organizacją wówczas, gdy [11, s. 111]:

- uczy się rozwijać lepsze produkty,
- uczy się doskonalić procesy,
- uczy się rozpowszechniać nowe idee, praktyki, procesy i procedury,
- uczy się powiększać żywotny zasób: wiedzę; posiada mechanizmy promujące nabywanie i rozpowszechnianie wiedzy,
- traktuje każdą działalność jako okazję do uczenia się,
- jest wrażliwe na zjawiska zewnętrzne,
- jest całkowicie otwarte na otoczenie.

Konkurencyjność w nowoczesnej gospodarce w coraz większym stopniu bazuje na umiejętnym wykorzystaniu wiedzy. Zarządzanie przedsiębiorstwem wymaga sprawnego zarządzania wiedzą oraz kapitałem ludzkim, który traktuje się jak aktywa, które się nabywa, utrzymuje, rozwija, ocenia i nadzoruje. Przedsiębiorstwo istnieje wówczas gdy tworzy nową wartość, której wymiana na środki finansowe służy mu do odtwarzania zasobów i dalszego rozwoju.

Organizacja inteligentna (ucząca się) [12, s. 23] – to koncepcja zarządzania, która ma za zadanie poprawę efektywności i sprawnej działalności organizacji. Opiera się na pewnej sumie wiedzy, którą dysponują poszczególni współpracownicy – wiedzy, która jest ciągle wzbogacana i rozwijana, a następnie „udostępniana" przedsiębiorstwu.

Zmienność otoczenia i rozwój społeczeństwa informacyjnego wymuszają umiejętne gospodarowanie aktywami niematerialnymi, aby przedsiębiorstwo przetrwało w nowej rzeczywistości. Kluczową kompetencją nowoczesnych przedsiębiorstw staje się efektywne zarządzanie kapitałem intelektualnym.

Myślenie o przyszłości to kluczowa kompetencja nowoczesnych przedsiębiorstw. Przedsiębiorstwa te powinny wykorzystywać wiedzę, nowe technologie i narzędzia, które umożliwią im zmierzenie się z konkurencją, rozwój i osiąganie celów.

Wiedza coraz częściej staje się dynamicznym czynnikiem otoczenia gospodarczego. Produkty i usługi w coraz większym stopniu oparte są na jej wykorzystaniu. Menedżerowie myślący perspektywicznie powinni w odpowiedzi na te zmiany podejmować odpowiednie działania [13, s. 22].

2. Rola wiedzy w przedsiębiorstwie

Dzisiaj wiedza uważana jest za jeden z kluczowych zasobów, który pozwala uzyskać przewagę nad konkurencją. Często też jest określana mianem zasobu, a więc można nią zarządzać jak zasobami materialnymi. W celu optymalizacji zarządzania zasobami materialnymi rozwinięto metodykę zarządzania łańcuchem dostaw (ang. *Supply Chain Management* - SCM). Rozwinięto różne podejścia do SCM, z których każde miało na celu zmniejszenie kosztów związanych z przepływem surowców, produktów - zasobów w procesie

produkcji od momentu dostawy aż do sprzedaży. Wraz z rozwojem nowoczesnych środków transportu i wykorzystaniem rozwiązań teleinformatycznych zaczęto coraz częściej stosować opracowaną w Japonii metodykę "just-in-time". Celem tego podejścia było jak najszybsze dostarczanie odpowiednich zasobów, w odpowiedniej ilości, minimalizując jednocześnie koszty magazynowania. Dzisiejsze przedsiębiorstwa coraz częściej są zorganizowane wokół wiedzy, a technika informatyczna wnosi znaczny wkład w możliwości zarządzania wiedzą, która staje się zasobem strategicznym.

Wiedza jest trudnym zasobem do zdefiniowania, zmierzenia i wykorzystania. Jest więc w literaturze różnie rozumiana. W węższym znaczeniu[1] traktuje się ją jako ogół wiarygodnych informacji o rzeczywistości wraz z umiejętnością ich wykorzystania, a w szerszym jako zbiór informacji, wierzeń itp., którym przypisuje się wartość poznawczą i/lub praktyczną. Bardzo często jednak pojęcie wiedzy i informacji stosuje się zamiennie. Według J. Oleńskiego [14., s. 222] wiedza jest zebraną i zakumulowaną informacją.

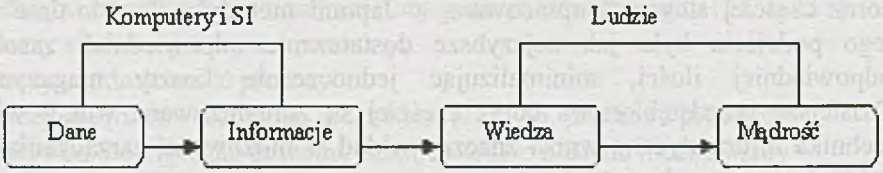
Według A. Baborskiego [15, s. 20] - wiedza jest zbiorem informacji dającym możliwość wyciągania wniosków na podstawie przesłanek (jak np. opis sytuacji, zbiór faktów i inne zbiory informacji). W takim ujęciu rozróżnia się bazę danych (zbiór opisów określonych faktów przy użyciu pewnego modelu danych) i bazę wiedzy (baza danych plus zasady wnioskowania na podstawie danych). Do cech charakteryzujących wiedzę zaliczamy [8]: dominacja, niewyczerpywalność (wiedza nie zużywa się podczas jej użytkowania), symultaniczność (ta sama wiedza może być wykorzystywana przez wiele jednostek w wielu miejscach naraz), nieliniowość (niewielka ilość wiedzy może skutkować poważnymi konsekwencjami i odwrotnie – pokaźna wiedza może okazać się mało lub w ogóle nieprzydatna do poprawy konkurencyjności firmy).

Zdaniem G. Probsta [13, s. 35] wiedza jest ogółem wiadomości i umiejętności wykorzystywanych przez jednostki do rozwiązywania problemów. Obejmuje zarówno elementy teoretyczne jak i praktyczne, ogólne zasady i szczegółowe wskazówki postępowania. Podstawą wiedzy są informacje i dane.

O wiedzy mówi się jako o zasobie, którym należy zarządzać, a więc użytkować, pozyskiwać, gromadzić i pielęgnować [16]. Problemem jest uchwycenie wiedzy (informacji) użytecznej dla przedsiębiorstwa i przetworzenie jej. Większość informacji na rynku nie można bezpośrednio wykorzystać w procesie operacyjnego, czy strategicznego zarządzania. Informacje te muszą zostać poddane analizom, a tego potrzebna jest odpowiednia technologia informatyczna. Rozwój systemów informatycznych objął swym zasięgiem również technologie wspomagające zarządzanie w przedsiębiorstwach. Można zaobserwować przejście od pojęcia przetwarzania danych do pojęcia zarządzania i przetwarzania wiedzy. Dane i informacje są związane ze sprzętem i systemami informatycznymi. Natomiast wiedza i mądrość związana jest z ludźmi (rys. 2). Mądrość to sztuka i umiejętność wyboru z wielu możliwości tego, co jest najbardziej optymalnym w

[1] Encyklopedia PWN 2001

danej sytuacji. Odkrycie nowej wiedzy i przetworzenie jej w mądrość powinno umożliwić firmie osiągnięcie przewagi konkurencyjnej.



Rys. 2. Interpretacja wiedzy
źródło: opracowanie własne

Tworzenie wiedzy jest jednym z ważniejszych procesów zarządzania wiedzą, jest zespołem działań, inicjatyw, które firmy podejmują w celu poprawy jakości i ilości zasobów wiedzy. Konkurencyjność przedsiębiorstw będzie zdeterminowana przez jej efektywne tworzenie, gromadzenie, rozpowszechnianie i praktyczne wykorzystanie. Wiedza jest zasobem o charakterze niematerialnym, który ma również strategiczne znaczenie dla konkurencyjności przedsiębiorstwa [17].

Strategiczne znaczenie wiedzy wyraża formuła opracowana na użytek firmy Artur Andersen [13, s. 193]:

$$W = (L + I)^D$$

gdzie, W – oznacza wiedzę, L – ludzi, I – informację, + oznacza technologię zespalającą ludzi i informacje, natomiast D – oznacza dzielenie się wiedzą. Formuła ta zwraca uwagę na to, że wiedza w tej firmie jest podstawowym czynnikiem sukcesu oraz podkreśla ważną rolę dzielenia się wiedzą w procesie zarządzania zasobami intelektualnymi przedsiębiorstwa.

W pracach zespołowych rozpowszechnianie wiedzy jest priorytetem, w związku z tym powstają nowe metody dzielenia się wiedzą oraz upowszechniania jej. Napotyka się tutaj wiele barier psychologicznych i organizacyjnych związanych z zaufaniem i podziałem władzy. Możemy wśród metod dzielenia się wiedzą wyróżnić przekazywanie tej samej informacji grupie pracowników (powielanie), dzielenie się doświadczeniem z wcześniej wykonywanej pracy oraz jej dokumentowanie, wymiana bieżących doświadczeń, które prowadzą do rozwijania nowej wiedzy. Czy wykorzystamy daną wiedzę zależy od dostępności źródeł jak również wygody jej użytkowania.

Ekonomia coraz częściej traktuje wiedzę jako źródło bogactwa tworzące zysk w większym stopniu niż kapitał i ziemia. W tym sensie wiedza tworzy nowe produkty, procesy, usługi oraz jest źródłem innowacji. Możemy zatem mówić o produktywności wiedzy, jej zdolności do tworzenia nowych wartości, a więc można ją traktować jako efektywny czynnik wzrostu gospodarczego. Zarządzanie wiedzą jest procesem gromadzenia, pozyskiwania upowszechniania i wykorzystania jej w celu podwyższenia wartości przedsiębiorstwa. Zaawansowane technologie informacyjne umożliwiają ludziom dostęp do wzrastającej w szybkim

tempie ilości danych, a techniki ich przetwarzania spowodowały konieczność zmiany podejścia do pozyskiwania wiedzy.

Aby wiedza mogła być dostępna w przyszłości należy dokonać jej selekcji (wybrać tę, która jest warta zachowania), przechowywać ją we właściwej formie no i oczywiście aktualizować, gdyż zdezaktualizowana wiedza jest niewiarygodna.

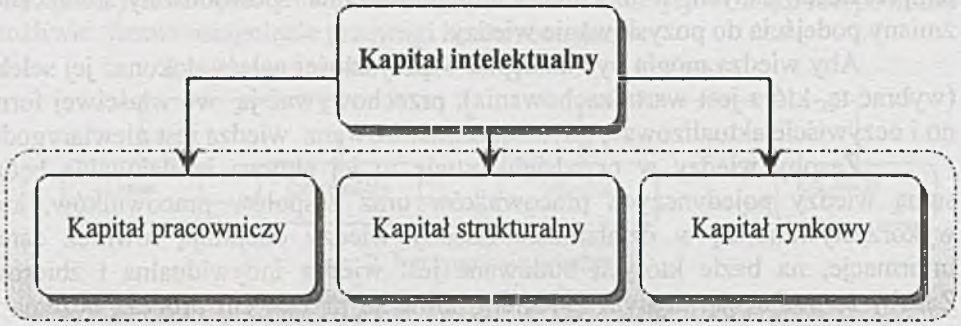
Zasoby wiedzy w przedsiębiorstwie to jej aktywa intelektualne będące sumą wiedzy pojedynczych pracowników oraz zespołów pracowników, które wykorzystywane są w działaniach. Zasoby wiedzy obejmują również dane i informacje, na bazie których budowana jest wiedza indywidualna i zbiorowa. Zasoby te podlegają ciągłym zmianom, które są przejawem procesu uczenia się organizacji [13].

3. Kapitał intelektualny – nowa perspektywa człowieka w przedsiębiorstwie

Obecnie zwiększanie wartości przedsiębiorstwa jest racjonalnym celem działalności gospodarczej oraz stwarzającym warunki dla jego funkcjonowania i rozwoju. Przychody i zyski są ostateczną miarą sukcesu przedsiębiorstwa. Kapitał intelektualny coraz częściej staje się ważnym strategicznie [18]. Jest nowym sposobem patrzenia na wartość przedsiębiorstwa. W nowej ekonomii zasoby niematerialne dominują nad materialnymi. Umiejętność gospodarowania tymi zasobami staje się koniecznością dla przedsiębiorstwa, które chce przetrwać i konkurować na rynku. Ukryte wartości przedsiębiorstwa to: kapitał ludzki, strukturalny i kliencki. Unowocześnienie zarządzania przedsiębiorstwem jest procesem zmiany społecznej. Kapitał intelektualny [19, s. 69] jest oparty na wiedzy chociaż obejmuje jeszcze inne wymiary tworzenia wartości przedsiębiorstwa (np. marka handlowa, powiązania z zewnętrznymi zainteresowanymi itp.).

Kapitał intelektualny oznacza posiadaną wiedzę, doświadczenie, technologię organizacyjną stosowaną w relacjach z klientami, umiejętności zawodowe, które umożliwiają przedsiębiorstwom przewagę konkurencyjną na rynku.

Według [20] kapitał intelektualny jest studiowaniem korzeni wartości przedsiębiorstwa, pomiarem ukrytych dynamicznych czynników (kapitał ludzki (pracowniczy), strukturalny i rynkowy).



Rys. 3. Struktura kapitału intelektualnego
Źródło: opracowanie własne na podstawie [21]

Aby zarządzać kapitałem intelektualnym należałoby określić jego składniki (kapitał ludzki i strukturalny). Kapitał strukturalny jest odzwierciedleniem wiedzy w przedsiębiorstwie, która nie jest kapitałem ludzkim [20].

Pod pojęciem kapitału ludzkiego kryją się wszystkie umiejętności, wiedza i doświadczenie wszystkich pracowników przedsiębiorstwa. Ujmuje także dynamikę inteligentnej organizacji w dynamicznie zmieniającym się otoczeniu. Musi uwzględniać kreatywność i innowacyjność organizacji.

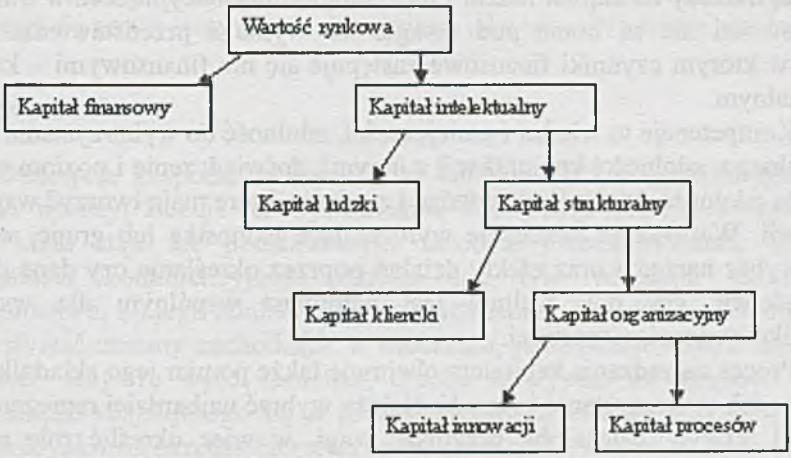
Kapitał ludzki jest tym, co buduje kapitał strukturalny [20, s. 34]. Należą tutaj jakość, zasięg systemów informacyjnych, reputacja przedsiębiorstwa, akcjonariat, koncepcja organizacyjna i dokumentacja. W skład kapitału strukturalnego wchodzi kapitał organizacyjny, innowacyjny i procesów. Kapitał organizacyjny to inwestycje przedsiębiorstwa w systemy, narzędzia oraz filozofia przyspieszająca przepływ wiedzy w organizacji, do dostawców i kanałów dystrybucji. Kapitał innowacyjny odnosi się do umiejętności odnowy i skutków innowacji w postaci chronionych praw handlowych, własności intelektualnej i innych aktywów niematerialnych i talentów w celu stworzenia i wprowadzenia na rynek nowych produktów i usług. Natomiast kapitał procesów – to procesy pracy, techniki i programy zwiększające efektywność wytwarzania lub dostawy usług. Jest praktycznym rodzajem wiedzy używanej w stałym kreowaniu wartości.

L. Edvinsson w 1992 roku zdefiniował wraz ze swoim zespołem charakter kapitału intelektualnego w postaci następujących wniosków [20, s. 39]:

- informacje dotyczące kapitału intelektualnego są dodatkową, uzupełniającą, ale nie podrzędną informacją w stosunku do informacji finansowych
- kapitał intelektualny jest kapitałem nie finansowym, odzwierciedlającym ukrytą lukę pomiędzy wartością rynkową i księgową,
- kapitał intelektualny ma charakter zobowiązania, a nie majątku (aktywów).

Zaproponowana została też definicja kapitału intelektualnego, zgodnie z którą kapitał intelektualny [20, s. 40] oznacza posiadaną wiedzę, doświadczenie, technologię organizacyjną, stosunki z klientami i umiejętności zawodowe, które dają Skandii przewagę konkurencyjną na rynku. Model wartości rynkowej Skandii

prezentuje rys. 4. Wartość przedsiębiorstwa zależy od aktualnej wartości strumieni pieniężnych generowanych przez kapitał intelektualny tworzący innowacje, jego odpowiednie kombinacje z dopełniającymi go aktywami.



Rys.4. model wartości rynkowej Skandii
Źródło: [20, s. 45]

Kierownictwo Skandii wykorzystało elementy inteligentnej organizacji: technologie, wartości i kapitał intelektualny. Skandia opracowała także mapę kapitału intelektualnego [20, s. 47-48], na którą składają się następujące fazy:

- misja (dostrzega nowe potrzeby organizacji, ujawnia istnienie kapitału intelektualnego)
- pomiar (stwarza zbilansowane mierniki- taksonomii nowego modelu, dostosowuje pomiar kapitału intelektualnego do obecnego systemu rachunkowości firmy)
- przywództwo (decyzje na różnych szczeblach związane z podjęciem działań wynikających z przyjęcia nowej perspektywy zbilansowanej sprawozdawczości; wymaga przestawienia się kierownictwa w analizowaniu w przyszłości w kategoriach rozwoju i odnowy)
- technologia informacyjna (kładzie nacisk na rozwój technologii oraz kompilację wiedzy i systemów komunikacyjnych niezbędnych do dzielenia tej wiedzy)
- kapitalizacja (wykorzystuje skompilowaną technologię organizacyjną (np. SZBD, narzędzia automatyzacji pracy sprzedaży) oraz własności intelektualnej do kreacji kapitału intelektualnego; jest to faza krytyczna dla obiegu wiedzy w przedsiębiorstwie i strukturalnych inwestycjach kapitałowych)
- dbałość o przyszłość (dbałość o innowacyjność jako podstawową umiejętność organizacji służącą do utrzymywania stałego rozwoju i odnowy).

Kapitał intelektualny jest być może nową teorią lecz od wielu lat funkcjonującą zdroworozsądkowo. Zawsze był ukryty w różnicy pomiędzy wartością rynkową i księgową przedsiębiorstwa. Podstawą gospodarki opartej na wiedzy są nakłady na kapitał ludzki i technologię informacyjną lecz w tradycyjnej rachunkowości nie są brane pod uwagę. To wymaga przedstawienia nowego bilansu, w którym czynniki finansowe zastępuje się nie finansowymi – kapitałem intelektualnym.

Kompetencje to wiedza i umiejętności, zdolność do wykorzystania kapitału strukturalnego, zdolności komunikacji z innymi, doświadczenie i poziom edukacji. Relacje to zdolność dzielenia się wiedzą i zaufanie, które mają tworzyć wartość dla organizacji. Wartości to koncepcje wyróżniające jednostkę lub grupę, wpływają one na wybór narzędzi oraz efekty działań poprzez określanie czy dane działanie jest właściwe, czy nie. Kultura jest natomiast wspólnym dla wszystkich pracowników rdzeniem wartości.

Proces zarządzania kapitałem obejmuje także pomiar jego składników oraz efektywne ich wykorzystanie i rozwój. Należy wybrać najbardziej reprezentatywne wskaźniki, którym należałoby przypisać wagi, w więc określić rolę oraz siłę wpływu składników kapitału na tworzenie wartości.

Wiedza postrzegana jest jako zasób trudno mierzalny, którego nośnikiem są ludzie [22]. Brak jest powszechnie przyjętych wzorców i definicji kapitału będących propozycjami uznanych instytucji standaryzacyjnych (standardy *de jure*). W praktyce stosowane są różne sposoby dokonywania pomiaru kapitału intelektualnego (standardy *de facto*). Ogólnie metody pomiaru kapitału intelektualnego można podzielić na 4 następujące grupy:

- Metody bezpośrednie (ang. *DIC - Direct Intellectual Capital Methods*). Identyfikują składniki kapitału intelektualnego i szacują ich wartość. Składniki kapitału mogą zostać ocenione za pomocą kilku lub jednego połączonego wskaźnika .
- Metody oparte na wartości rynkowej przedsiębiorstwa (ang. *MCM – Market Capitalization Methods*). Obliczają wartość kapitału intelektualnego jako różnicę pomiędzy wartością rynkową a wartością księgową firmy
- Metody oparte na wskaźniku zwrotu z aktywów (ang. *ROA – Return of Assets Methods*). Średnie nie opodatkowane dochody firmy dzielone są przez średnią wartość aktywów materialnych. Wynik jest następnie porównywany ze średnią w branży. Różnica jest mnożona przez średnią wartość aktywów materialnych, wyznaczając średnie roczne dochody z aktywów niematerialnych. Podzielenie tych dochodów przez średni koszt kapitału wyznacza wartość kapitału intelektualnego.
- Metody kart wyników (ang. *SC – Scorecards Methods*). Poszczególne składniki kapitału intelektualnego są identyfikowane, mierzone i katalogowane, a następnie przedstawiane w postaci karty punktowej. Metody te przypominają metody bezpośrednie, różnicą jest brak wartości finansowych aktywów niematerialnych. W niektórych przedstawiany jest łączny wskaźnik karty wyników.

Problematyka wartości przedsiębiorstwa stanowi ważny nurt wiedzy o przedsiębiorstwie [17]. Systematycznie prowadzone badania w zakresie posiadanej przez przedsiębiorstwo wiedzy, a w tym znajomość jej lokalizacji i sposobu dostępności oraz gromadzenia, jej aktualności i rozwoju to kierunki dynamicznie rozwijającej się nowej stosunkowo dyscypliny, jaką jest zarządzania wiedzą [23].

4. Podsumowanie

Dzisiejsza gospodarka staje się w coraz większym stopniu gospodarką opartą na wiedzy. Bazuje na wytwarzaniu, dystrybucji oraz wykorzystywaniu wiedzy, która staje się podstawowym zasobem przedsiębiorstwa. W nowej rzeczywistości konkurencyjność określa nie tyle potencjał ekonomiczny przedsiębiorstwa, co jego zdolność do szybkich zmian. Przedsiębiorstwo powinno wykorzystywać zmiany zachodzące w otoczeniu, jako okazje dające możliwości rozwojowe. Aby to było możliwe, trzeba korzystać z zasobów kapitału intelektualnego znajdującego się w przedsiębiorstwie, którego znaczenie wzrasta. O wartości rynkowej przedsiębiorstwa decyduje w coraz większym stopniu właśnie kapitał intelektualny, który, jak każdy zasób podlega pomiarom. Jak dotąd nie ma standardów de jure pomiaru kapitału intelektualnego. Stosowane są różne, najczęściej zaczerpnięte z innych dziedzin metody pomiarowe. Należy spodziewać się standaryzacji metod pomiaru kapitału intelektualnego, co umożliwiłoby rzeczywiste porównania wartości przedsiębiorstw, na przykład przy decyzji kupna czy sprzedaży danej firmy. Osiągnięcie przewagi konkurencyjnej na dynamicznie zmieniającym się rynku nie jest możliwe bez udziału kapitału intelektualnego.

Literatura

1. Brooking A.: Intellectual Capital. Core Assets for The Third Millenium Enterprise. International Thomson Business Press, London 1998
2. Goban-Klas T., Sienkiewicz P.: Społeczeństwo informacyjne: szanse, zagrożenia, wyzwania, Wydawnictwo Fundacji Postępu Telekomunikacji, Kraków 1999
3. Drucker P., Myśli przewodnie Druckera, Warszawa 2001
4. Nycz M., Smok B.: Rola i znaczenie wiedzy w społeczeństwie informacyjnym, [w]: Drelichowski L. (red.): Studia i Materiały, Polskie Stowarzyszenie Zarządzania Wiedzą, nr 5, 2006
5. Wawrzyniak B: Odnawianie przedsiębiorstwa. Na spotkanie XXI wieku, Poltext, Warszawa 1999
6. Biała Księga 2003. cz.II Gospodarka oparta na wiedzy, Polskie Forum Strategii Lizbońskiej, Gdańsk-Warszawa 2003
7. Kukliński A., Gospodarka oparta na wiedzy. Wyzwanie dla Polski XXI wieku, Warszawa 2001
8. Rybak M. (red.): Kapitał ludzki a konkurencyjność przedsiębiorstw. Poltext Warszawa 2003

9. Hejduk I. (red.): Przedsiębiorstwo przyszłości. Fikcja i Rzeczywistość, Instytut Organizacji i Zarządzania w Przemyśle „Orgmasz", Warszawa 2004
10. Kwiatkowski S.: Przedsiębiorczość intelektualna. PWN Warszawa 2002
11. Bratnicki M.: Transformacja przedsiębiorstwa, Akademia Ekonomiczna, Katowice 1998
12. Grudzewski W. M., Hejduk I.K.: Przedsiębiorstwo przyszłości – wizja strategiczna, Difin, Warszawa 2002
13. Probst G., Raub S., Romhardt K.: Zarządzanie wiedzą organizacji. Oficyna Ekonomiczna, Kraków 2002
14. Oleński J.: Standardy informacyjne w gospodarce, Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 1997
15. Baborski A.(red.): Efektywne zarządzanie a sztuczna inteligencja. Wyd. AE we Wrocławiu, 1994, s.20
16. Dobija D.: Pomiar i rozwój kapitału ludzkiego przedsiębiorstwa. PFPK Warszawa 2003
17. Marcinkowska M.: Kształtowanie wartości firmy, PWN, Warszawa 2000
18. Nycz M., Smok B.: Jak mierzyć kapitał intelektualny, [w]: Porębska-Miąc T., Sroka H. (red.): Systemy wspomagania organizacji, Prace Naukowe AE im. K. Adamieckiego w Katowicach, Katowice 2005
19. Bratnicki M., Strużyna J.: Przedsiębiorczość i kapitał intelektualny. Prace Naukowe AE w Katowicach, Katowice 2001
20. Edvinsson L., Malone M.: Kapitał intelektualny. PWN Warszawa 2001
21. Zawiślan A.: Zarządzanie wiedzą – koncepcja firmy przyszłości. http://www.strateg.edu.pl/ref_8.htm z dnia 22.02.2003
22. Krzysztofek K., Szczepański M.: Zrozumieć rozwój. Od społeczeństw tradycyjnych do informacyjnych, Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, Katowice 2002
23. Kisielnicki J.: Kierunki i tendencje zastosowań informatyki we współczesnym zarządzaniu, [w:] Materiały seminaryjne z Konferencji „Polskie autorytety naukowe o komputerowych systemach wspomagania zarządzania", Centrum Promocji Informatyki, Warszawa, 17.06.2004

ROZDZIAŁ III

ZARYS KONCEPCJI ZASTOSOWANIA TECHNOLOGII INFORMATYCZNYCH W ZARZĄDZANIU KAPITAŁEM INTELEKTUALNYM

Celina M. OLSZAK, Ewa ZIEMBA

Wstęp

We współczesnej gospodarce, którą charakteryzują globalizacja, duża dynamika zjawisk gospodarczych, ostra konkurencja, presja czasu, orientacja na klienta, kreatywność, konieczność wprowadzania innowacji i coraz większa złożoność procesu zarządzania szczególne znaczenie odgrywają informacja i technologia informacyjna. Informacja i wiedza stały się najcenniejszym zasobem przedsiębiorstwa, który decyduje o jego wartości, pozycji na konkurencyjnych rynkach i rozwoju. Przedsiębiorstwa coraz częściej zaczynają sięgać do informacji i wiedzy jako czynników sukcesu działalności gospodarczej. W gospodarce opartej na wiedzy, wiedza i kapitał intelektualny stają się źródłem kompetencji, siły, bogactwa, konkurencyjności, efektywności, skuteczności oraz produktywności [Skrzypek, 2005]. Dzisiaj panuje zgodność, że jednym z podstawowych warunków przetrwania i skutecznego konkurowania na rynku jest efektywne zarządzanie kapitałem intelektualnym, zarządzanie wiedzą[1]. Nowym wyzwaniom wychodzi naprzeciw technologia informatyczna i nowe generacje systemów informacyjno-decyzyjnych, jak systemy Business Intelligence [Olszak, Ziemba, 2003; Olszak, Ziemba, 2004; Olszak, Ziemba, 2006] i systemy zarządzania wiedzą [Grudzewski, Hejduk, 2004; Kisielnicki, 2004; Kubiak, 2004] czy zintegrowane platformy informatyczne, jak portale korporacyjne [Olszak, 2004; Ziemba, 2006].

1. Zarządzanie kapitałem intelektualnym w przedsiębiorstwie

Kapitał intelektualny w przedsiębiorstwie stanowią patenty i inne wartości intelektualne chronione prawnie oraz praktyczne doświadczenia, umiejętności oraz wiedza całej firmy, jak i jej poszczególnych pracowników, wypracowane w firmie

[1] Zarządzanie wiedzą doczekało się wielu definicji, w których jest ono określane jako proces, system, odrębna dyscyplina naukowa, nowa filozofia zarządzania czy wręcz sztuka [Grudzewski, Hejduk, 2002]. Zarządzanie wiedzą można określić jako fundamentalną zmianę sposobu zarządzania firmą, polegającą na efektywnym wykorzystaniu wszelkich zasobów innych niż zasoby rzeczowe i finansowe, czyli na wykorzystaniu kapitału intelektualnego. Uwzględniając rolę kapitału intelektualnego w zarządzaniu wiedzą należy przyjąć, że zarządzanie wiedzą to zbiór zasad, procedur, metod i systemów odnoszących się do tworzenia, gromadzenia, ochrony, udostępniania i wykorzystania kapitału intelektualnego organizacji [Strojny, 2000].

technologie, modele, metodologie i narzędzia oraz dobre relacje z pracownikami i klientami [Bratnicki, Strużyna, 2001; Edvinsson, Malone, 2001; Skrzypek, 2005a; Stewart, 1997, Strojny, 2000a]. Kapitał intelektualny można zatem określić jako sumę wiedzy posiadanej przez ludzi tworzących społeczność przedsiębiorstwa oraz praktyczne przekształcenie tej wiedzy w składniki wartości przedsiębiorstwa [Bratnicki, 2000].

Na kapitał intelektualny składają są kapitał intelektualny indywidualny (kapitał ludzki) oraz kapitał intelektualny strukturalny. Kapitał ludzki związany jest z poszczególnymi pracownikami i ich wiedzą, umiejętnościami, zdolnościami, praktycznymi doświadczeniami i kreatywnością. Obejmuje kompetencje i schematy myślowe pracowników.

Praktyka zarządzania kapitałem intelektualnym pozwoliła wyróżnić dwa rodzaje kapitału strukturalnego. Pierwszy to kapitał organizacyjny, czyli własność intelektualna, koncepcje, patenty i znaki towarowe, procesy i metody pracy, procedury, bazy danych, infrastruktura informatyczna i komunikacyjna. Należy wymienić tutaj także wartości przedsiębiorstwa, kulturę i filozofię organizacyjną. Wartość kapitału organizacyjnego jest w dużym stopniu wykładnikiem zdolności organizacji do kodyfikacji wiedzy.

Drugi rodzaj kapitału strukturalnego to kapitał relacyjny osadzony w zewnętrznych relacjach przedsiębiorstwa. Składają się na niego struktury służące do utrzymania właściwych relacji z otoczeniem: sieci sprzedaży i współpracy, projekty badawczo-rozwojowe, wiedza o klientach i partnerach handlowych, marka, wizerunek i reputacja organizacji, partnerstwo strategiczne itd. Wartość kapitału strukturalnego jest pomnażana przez lojalność klientów, potencjał rynku, wiedzę typu know-how dostawców, klientów czy partnerów handlowych. Jego wzmocnieniu sprzyja partnerstwo, budowa powiązań z otoczeniem oraz podejmowanie współpracy gospodarczej i budowa łańcuchów wartości.

Wymienione rodzaje kapitału intelektualnego proponuje się rozszerzyć o kapitał społeczny, który przenika wymienione rodzaje kapitału intelektualnego i dzięki któremu można lepiej rozwiązywać problemy społeczne i regulować zasady działania wspólnoty lokalnej, jak również skuteczniej rozwijać przedsiębiorczość gospodarczą [Coleman, 1988]. Kapitał społeczny, w porównaniu z kapitałem ludzkim i strukturalnym, jest najtrudniejszy do uchwycenia (zidentyfikowania). Przejawia się w stosunkach międzyludzkich, normach i zaufaniu społecznym, lojalności. Te nieformalne wartości przyjęte i uznane przez poszczególnych pracowników i zespoły (wewnątrzorganizacyjne i międzyorganizacyjne) umożliwiają współpracę i skoordynowane działania w procesach biznesowych oraz generowanie wartości dodanej w przedsiębiorstwie.

Przeprowadzane badania pozwalają stwierdzić, że przedsiębiorstwa wykorzystują 10%-20% posiadanej wiedzy oraz 10%-15% kapitału intelektualnego [Skrzypek, 2005]. Podstawą bogactwa i sukcesu współczesnego przedsiębiorstwa jest zatem nie tylko posiadanie kapitału intelektualnego, ale przede wszystkim skuteczne i efektywne zarządzanie tym kapitałem oraz umiejętne połączenie go z kapitałem rzeczowym i finansowym. Tylko takie podejście pozwoli przedsiębiorstwu stworzyć i utrzymać wiodącą pozycję na rynku. Nie mniej jest to

proces niezmiernie trudny, wymagający holistycznego spojrzenia na zasoby intelektualne i ich wykorzystanie do zwiększania wartości przedsiębiorstwa.

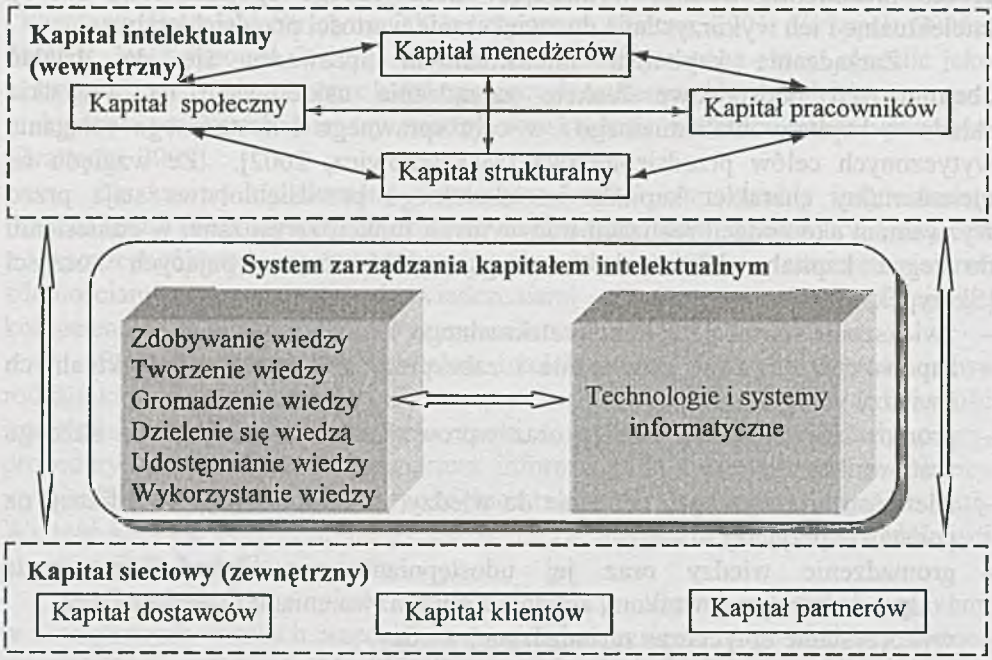
Zarządzanie kapitałem intelektualnym sprowadza się do działań obejmujących podstawowe funkcje zarządzania nakierowane na wszystkie składowe kapitału intelektualnego w celu sprawnego i skutecznego osiągania wytyczonych celów przedsiębiorstwa [Maksymowicz, 2002]. Ze względu na niematerialny charakter kapitału intelektualnego przedsiębiorstwa stają przed wyzwaniem akomodacji realizacji tradycyjnych funkcji zarządzania w odniesieniu do tegoż kapitału. W rezultacie mogą oczekiwać następujących korzyści [Skrzypek, 2005]:

- zwiększenie wartości kapitału intelektualnego,
- zapewnienie rozwoju, utrzymania i zabezpieczenia zasobów intelektualnych i wiedzy w organizacji,
- promowanie tworzenia wiedzy oraz wprowadzanie innowacji przez każdego pracownika,
- zdefiniowanie wymagań odnośnie do wiedzy, doświadczenia i kwalifikacji na podstawie przyjętej strategii,
- gromadzenie wiedzy oraz jej udostępnianie w odpowiednim czasie i odpowiednim pracownikom, zgodnie z ich uprawnieniami i wymaganiami,
- wykorzystanie dotychczas zgromadzonej wiedzy,
- stosowanie wiedzy do planowania oraz realizacji celów i zadań,
- wyeliminowanie możliwości popełnienia ponownie tych samych błędów,
- zachęcenie do innowacji,
- lepsze wykorzystanie kapitału rzeczowego i finansowego,
- lepsze dopasowanie szkoleń do potrzeb przedsiębiorstwa,
- modyfikowanie działalności i restrukturyzacja przedsiębiorstwa w taki sposób, aby stosowało wiedzę bardziej efektywnie, minimalizowało braki w wiedzy, rozwijało wiedzę, która dodaje wartość produktom,
- zarządzanie, tworzenie i kontrolowanie przyszłej wiedzy w celu stosowania innowacji, wyników badań i rozwoju, aliansów strategicznych.

W osiągnięciu wymienionych korzyści znaczącą rolę do odegrania mają: technologia informatyczna (IT) oraz systemy informatyczne, których zadaniem byłoby wspomaganie zarządzania kapitałem intelektualnym (zarządzania wiedzą).

2. Technologie informatyczne a zarządzanie kapitałem intelektualnym

Z kapitałem intelektualnym związane są bezpośrednio źródła wiedzy w organizacji, wokół których można rozwinąć model konceptualny informatycznych systemów wspomagających zarządzanie kapitałem intelektualnym (informatycznych systemów zarządzania wiedzą, SZW). Z punktu widzenia zastosowania technologii informatycznych istotne jest wskazanie źródeł wewnętrznych i zewnętrznych kapitału intelektualnego (rys.1).



Rys. 1. Model konceptualny relacji pomiędzy kapitałem intelektualnym a systemem zarządzania kapitałem intelektualnym.
Źródło: opracowano na podstawie [Terra, Gordon, 2002].

Główne wewnętrzne źródła wiedzy w organizacji stanowią: kapitał ludzki (kapitał menadżerów i kapitał pracowników), kapitał społeczny i kapitał strukturalny. Rozróżnienie kapitału menadżerów i pracowników jest istotne ze względu na role i zadania menadżerów oraz pracowników. Menadżerowie ustalają strategię biznesu, a w jej ramach strategię zarządzania wiedzą. W szybko zmieniającym się otoczeniu motywują i mobilizują pracowników do tworzenia wartości, innowacji, dzielenia się wiedzą, podejmowania ryzyka itp. Rola kapitału menadżerów przejawia się w sytuacji, gdy organizacja odnosi sukces na rynku, podczas gdy inne organizacje w podobnych materialnych warunkach (finanse, kontrakty, technologia) tracą swą pozycję lub wręcz upadają. Do sukcesu organizacji przyczynia się także kapitał pracowników. W „głowach" pracowników zgromadzona jest wiedza organizacji i niezmiernie ważne są zatem działania związane z zarządzaniem pracownikami i wpływaniem na cały „cykl życia" pracowników organizacji. Takie działania obejmują zatrudnienie, szkolenia, przydział do projektu, motywowanie, ocenianie, promowanie i w końcu rozwiązanie umowy. Potężny wpływ na tworzenie środowiska wiedzy ma komunikacja i współpraca pomiędzy pracownikami, a więc kapitał społeczny. Kapitału społecznego dotyczy wiele problemów, jak: częstotliwość kontaktów, treść, ton, kanały komunikacji wybierane przez osoby, zespoły i organizację jako całość. Kiedy pracownicy i menadżerowie opuszczają organizację, to pozostaje w niej kapitał strukturalny. Składają się na niego: systemy informacyjne (bazy

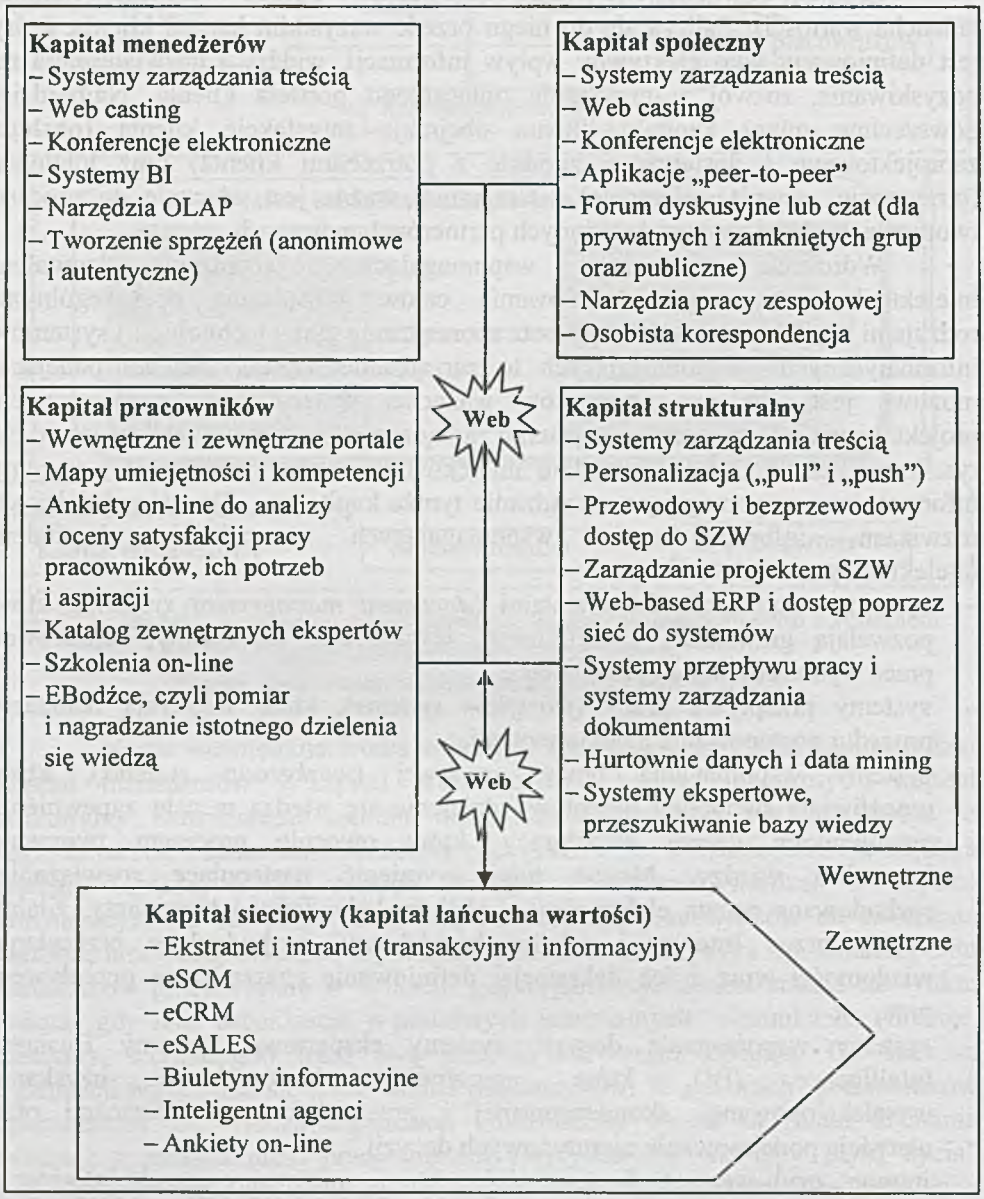
danych, pliki), narzędzia pracy grupowej (podręczniki, dokumenty, oprogramowanie) czy procesy biznesowe.

Źródłem zewnętrznym wiedzy jest sieciowy kapitał organizacji (kapitał łańcucha wartości). Zalicza się do niego przede wszystkim kapitał klienta, który jest definiowany jako efektywny wpływ informacji, wiedzy i doświadczenia na pozyskiwanie, rozwój i utrzymanie opłacalnego portfela klienta. Najbardziej powszechne miary kapitału klienta obejmują satysfakcję klienta (obsługa zaprojektowana i dostarczona zgodnie z potrzebami klienta) oraz lojalność (utrzymanie, powrót, referencje). Nie mniej ważne jest włącznie do procesu tworzenia wartości dostawców i innych partnerów handlowych.

Wdrożenie technologii wspomagających zarządzanie kapitałem intelektualnym wymaga zdefiniowania celów zarządzania poszczególnymi rodzajami kapitału intelektualnego oraz sporządzenie mapy technologii i systemów informatycznych wspomagających to zarządzanie. Dzięki takiemu podejściu możliwe jest ustalenie priorytetów ważności w realizacji przedsięwzięcia projektowania informatycznego systemu zarządzania kapitałem intelektualnym. Na rys. 2 przedstawiono źródła kapitału intelektualnego oraz technologie i systemy informatyczne wspomagające zarządzanie tymże kapitałem. Do najważniejszych rozwiązań informatycznych wspomagających zarządzanie kapitałem intelektualnym należy zaliczyć:

- systemy zarządzania dokumentami (*document management systems*), które pozwalają gromadzić, klasyfikować, wyszukiwać dokumenty, rejestrować prace wykonywane na dokumentach,
- systemy przepływu pracy (*workflow systems*), które wspierają realizację procedur postępowania z dokumentami,
- systemy wspomagania pracy grupowej (*workgroup systems*), które umożliwiają swobodny przepływ i dzielenie się wiedzą w celu zapewnienia pracownikom dobrej współpracy, która owocuje procesem tworzenia i transferu wiedzy. Można tutaj wymienić następujące rozwiązania: rozbudowana poczta elektroniczna, obsługa kalendarzy i terminarzy, zdalny dostęp przez Internet i telefon komórkowy, rozbudowane przesyłanie wiadomości wraz z ich dekretacją, definiowanie i zarządzanie przepływem prac,
- systemy wspomagania decyzji, systemy ekspertowe, systemy Business Intelligence (BI), które umożliwiają kierownictwu uzyskanie wyselekcjonowanej, skondensowanej i przeanalizowanej informacji oraz ułatwiają podejmowanie nierutynowych decyzji,
- intranet, czyli wewnątrzfirmowa sieć, z której pracownicy czerpią informację profilowaną zgodnie z ich potrzebami,
- systemy e-learning, które służą do przekazywania wiedzy; są to przede wszystkim rozwiązania umożliwiające zdalne nauczanie z wykorzystaniem technik komputerowych (wideokonferencje, dyskusje on-line),
- hurtownie danych, czyli repozytoria danych, których zawartość pochodzi z wielu źródeł i które umożliwiają formułowanie zapytań, tworzenie sprawozdań, analizę wykorzystania zasobów, dostarczają uzasadnienia

podejmowanych decyzji strategicznych.



Rys. 2. Źródła kapitału intelektualnego a technologie i systemy informatyczne. Źródło: opracowano na podstawie [Terra, Gordon, 2002].

Jest oczywiste, że pojedyncze rozwiązania informatyczne nie odpowiadają wyzwaniom zarządzania kapitałem intelektualnym. Konieczna jest integracja narzędzi i oprogramowania. Organizacja musi dokonać wyboru rozwiązań według

przyjętych kryteriów, np. potrzeb biznesu, istniejącej w organizacji platformy informatycznej i narzędzi, kompatybilności z innymi rozwiązaniami stosowanymi w organizacji, bilansu korzyści z kosztami, łatwości obsługi i utrzymania, potrzeby zorganizowania własnego zespołu technicznego itp.

Zadaniem informatycznych systemów wspomagających zarządzanie kapitałem intelektualnym jest przede wszystkim gromadzenie i porządkowanie wiedzy występującej w różnych formach i dostępnej w organizacji, a także udostępnianie wiedzy użytkownikom stosownie do ich potrzeb i na podstawie przydzielonych praw dostępu. Dzięki zastosowaniu tej klasy systemów poprawia się koordynacja realizowanych zadań, zwiększa się wykorzystanie istniejącej w organizacji wiedzy, a w konsekwencji poprawia się proces wnioskowania i podejmowania decyzji. W efekcie końcowym informatyczne systemy zarządzania kapitałem intelektualnym przyczyniają się do uzyskania przewagi konkurencyjnej i mają duży wpływ na kształtowanie pozycji organizacji na rynku.

3. Miejsce portali korporacyjnych w zarządzaniu kapitałem intelektualnym

Próby wdrożenia w organizacjach informatycznych systemów wspomagających zarządzanie kapitałem intelektualnym niejednokrotnie napotykają na bariery i kończą się niepowodzeniem. Wprowadzone rozwiązania nie zaspakajają wymagań organizacji związanych z zarządzaniem kapitałem intelektualnym. Przyczyn tych niepowodzeń można upatrywać w [Ziemba, 2006]:

- wprowadzaniu koncepcji zarządzania kapitałem intelektualnym, której fundamentem jest IT, przy jednoczesnym odsunięciu spraw biznesowych na plan dalszy,
- braku wspólnej platformy IT,
- braku zaufania do bezpieczeństwa technologii informatycznych zarządzania kapitałem intelektualnym,
- braku uczestnictwa użytkowników w projektowaniu rozwiązań informatycznych wspomagających zarządzanie kapitałem intelektualnym,
- inercji we wdrażaniu rozwiązań informatycznych wspomagających zarządzanie kapitałem intelektualnym,
- niedostatecznym przygotowaniu użytkowników do wykorzystania rozwiązań informatycznych wspomagających zarządzanie kapitałem intelektualnym,
- niskiej użyteczności i intuicyjności rozwiązań informatycznych wspomagających zarządzanie kapitałem intelektualnym,
- małej elastyczności rozwiązań informatycznych wspomagających zarządzanie kapitałem intelektualnym,
- zastąpieniu ludzkich relacji technologicznym kontaktowaniem się.

Wielu z wymienionych przyczyn niepowodzeń można uniknąć poprzez zintegrowanie informatycznych technologii zarządzania kapitałem intelektualnym i utworzenie jednolitej platformy, spersonalizowanej dla pojedynczych pracowników, zespołów, całej organizacji oraz jej otoczenia. Takim wyzwaniom wychodzi naprzeciw koncepcja portali korporacyjnych [Terra, Gordon, 2003;

Collins, 2003; Firestone, 2003; Koulopoulos, Frappaolo, 1999; Sullivan, 2004].

Portal korporacyjny jest platformą informatyczną, która integruje systemy i technologie informatyczne, dane, informację i wiedzę funkcjonujące w organizacji oraz jej otoczeniu w celu umożliwienia użytkownikom spersonalizowanego i wygodnego dostępu do danych, informacji, wiedzy i ich źródeł, stosownie do wynikających z ich zadań potrzeb, w dowolnym czasie i miejscu, w bezpieczny sposób i poprzez zunifikowany (jednolity) interfejs WWW. Portal korporacyjny stanowi zatem punkt dostępu do zasobów „miękkich" organizacji oraz daje możliwość ich modyfikacji i uzupełniania nowymi danymi, informacjami i wiedzą. Jest „bramą" do wiedzy w organizacji [Ziemba, 2006].

Portal powinien oddziaływać na poszczególne kategorie kapitału intelektualnego. W zależności od grupy docelowej, do której kierowana jest funkcjonalność portalu oddziaływanie to może mieć różne kierunki:

- oddziaływanie na pracowników, np. udostępnianie najaktualniejszych źródeł informacji o firmie, jej funkcjonowaniu i otoczeniu, zapewnienie współpracy i zdobywania wiedzy,
- oddziaływanie na kadrę zarządzającą, np. udostępnianie analitycznych informacji i wspomaganie procesów decyzyjnych,
- oddziaływanie na klientów, dostawców i partnerów handlowych, np. umożliwienie wymiany dokumentów i komunikacji, udostępnianie informacji o firmie i produktach.

Analiza kapitału intelektualnego oraz obszarów wspomagania zarządzania tym kapitałem determinuje zasadnicze cechy, jakimi portale powinny się charakteryzować, a mianowicie [Ziemba, 2006]:

- integracja heterogenicznych danych, ustrukturalizowanych i niestrukturalnych, pochodzących z organizacji i jej otoczenia,
- integracja niejednorodnych aplikacji,
- dostarczanie informacji grupom docelowym zarówno w technologii „push", jak i „pull" w zunifikowanym interfejsie WWW (Web-based interface),
- dostarczanie grupom docelowym, w dowolnym czasie i miejscu, spersonalizowanej informacji i wiedzy, czyli dostosowanie interfejsu portalu do indywidualnych potrzeb, co dotyczy zarówno jego zawartości, jak i wyglądu,
- wertykalizacja portali, czyli dostarczanie szczegółowych informacji i wiedzy dotyczących bardzo konkretnych dziedzin, pojedynczym użytkownikom i całym grupom docelowym,
- stworzenie możliwości komunikacji, wymiany informacji i współpracy pomiędzy poszczególnymi użytkownikami lub grupami użytkowników,
- kategoryzowanie danych, informacji i wiedzy, dostępnych za pośrednictwem portalu,
- publikacja i dystrybucja informacji i wiedzy oraz ich rozpowszechnianie wśród grup docelowych.

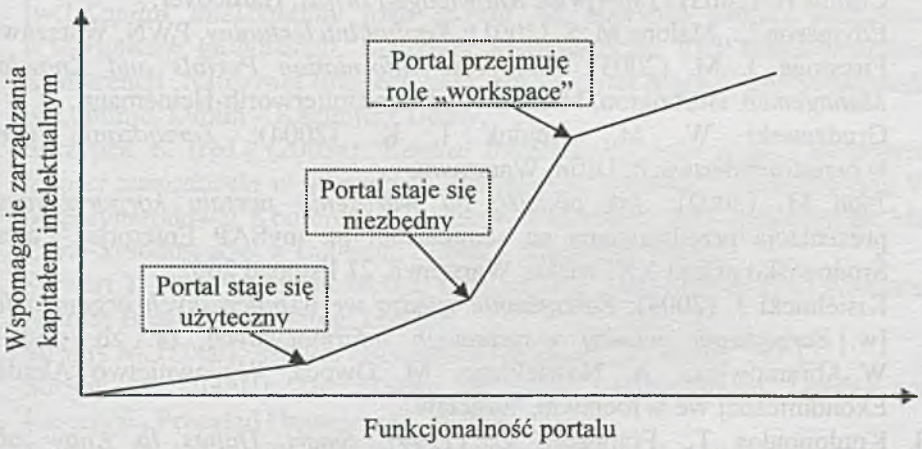
Zadaniem portali korporacyjnych jest integracja wszystkich danych i aplikacji w organizacji i udostępnianie ich użytkownikom (np. pracownikom, partnerom, klientom) za pośrednictwem jednego wspólnego interfejsu. Ich celem jest umożliwienie łatwego i szybkiego dostępu do tych informacji i tej wiedzy, które są

potrzebne pracownikom do wykonywania ich obowiązków, a przez to usprawnienie procesów biznesowych, zwiększenie efektywności pracy i trafności podejmowanych decyzji. Portale korporacyjne umożliwiają użytkownikom nie tylko łatwy dostęp do informacji i wiedzy zgromadzonej w organizacji i jej otoczeniu, ale także bezpośredni kontakt i uzyskanie pomocy od ekspertów.

Funkcjonalność wdrażanego w organizacji portalu zdeterminowana jest przede wszystkim wymaganiami jakie zostały zdefiniowane w fazie analizy przez poszczególne grupy docelowe. W fazie tej następuje bowiem:

- analiza kapitału intelektualnego, której wynikiem jest dokładne zdefiniowanie obszarów zarządzania kapitałem intelektualnym, w których zastosowanie portalu może przynieść największe korzyści biznesowe oraz obszarów, w których planowane korzyści mogą wydawać się mniejsze,
- analiza systemów i technologii informatycznych (istniejących i planowanych) z punktu widzenia wspomagania zarządzania kapitałem intelektualnym oraz możliwości ich implementacji w portalu,
- analiza grup docelowych portalu, której rezultatem jest zidentyfikowanie użytkowników portalu oraz ich ról i uprawnień.

Wynikiem takiego podejścia jest zdefiniowanie funkcjonalności portalu, która z kolei decyduje o roli portalu w zarządzaniu kapitałem intelektualnym (rys. 3). Rozwój funkcjonalności powoduje, że portal z roli „użyteczny", przechodzi poprzez rolę „niezbędny", aż w przypadku najszerszej funkcjonalności staje się rozwiązaniem, które przejmuje rolę pracowników, menadżerów, pamięci organizacji. Należy zwrócić uwagę, że wraz ze wzrostem roli portalu zwiększa się jednocześnie jego wartość biznesowa.



Rys. 3. Rola portalu w zarządzaniu kapitałem intelektualnym.
Źródło: opracowano na podstawie [Juda, 2002].

Zakończenie

Choć technologia informatyczna to tylko jeden z elementów zarządzania

kapitałem intelektualnym, jest bardzo ważne dla organizacji, żeby zrozumieć jej możliwości i dokonać wyboru odpowiednich rozwiązań. Kolejnym wyzwaniem jest konwergencja wybranych rozwiązań w ramach portalu korporacyjnego.

Dzisiaj coraz to nowsze generacje portali korporacyjnych stają się bardziej wyrafinowane z punktu widzenia integracji aplikacji i zasobów, włączając systemy ERP, systemy BI, systemy zarządzania treścią, narzędzia kategoryzacji i taksonomii, wyszukiwarki, aplikacje do współpracy i komunikacji itd. Dzięki temu mogą mieć coraz większy wpływ na to jak organizacja tworzy i gromadzi wiedzę, jaki ma do niej dostęp i jak ją wykorzystuje. Należy jednak mieć na uwadze, że tylko zachowanie równowagi i odpowiednich proporcji pomiędzy IT a strategią zarządzania kapitałem intelektualnym, kulturą organizacji oraz procesami pozwoli na transformację informacji i wiedzy już posiadanej i zdobywanej przez organizację w nową jakość w jej funkcjonowaniu. Technologia nie może zastąpić pracowników, kultury organizacyjnej czy strategii organizacji, lecz ma pełnić wobec nich rolę służebną[2].

Literatura

1. Bratnicki M. (2000): *Podstawy współczesnego myślenia o zarządzaniu*, Wydawnictwo „Triada", Dąbrowa Górnicza.
2. Bratnicki M., Strużyna J. (2001): *Przedsiębiorczość i kapitał intelektualny*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Katowicach, Katowice.
3. Coleman J. S. (1988): *Social capital in the creation of human capital*, "American Journal of Sociology", t. 94.
4. Collins H. (2003) : *Enterprise Knowledge Portals*, Hardcover.
5. Edvinsson L., Malone M. S. (2001): *Kapitał intelektualny*, PWN, Warszawa.
6. Firestone J. M. (2003): *Enterprise Information Portals and Knowledge Managemen.* Burlington, MA: KMCI Press/Butterworth-Heinemann.
7. Grudzewski W. M., Hejduk I. K. (2004): *Zarządzanie wiedzą w przedsiębiorstwach*, Difin, Warszawa.
8. Juda M. (2002): *Jak podejść do wdrożenia portalu korporacyjnego?*, prezentacja przedstawiana na seminarium pt. mySAP Enterprise Portal – Środowisko pracyt XXI wieku, Warszawa, 21 listopad 2002.
9. Kisielnicki J. (2004): *Zarządzanie wiedzą we współczesnych organizacjach*, [w:] *Zarządzanie wiedzą w systemach informacyjnych*, pr. zb. pod red. W. Abramowicza, A. Nowickiego, M. Owoca, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, Wrocław
10. Koulopoulos T., Frappaolo C. (1999): *Smart Things to Know about Knowledge Management*, Capston Publishing, Oxford.

[2] Technologia powinna pełnić wobec systemu zarządzania wiedzą służebną rolę, a nie na odwrót. Amerykańscy eksperci od zarządzania wiedzą T. Devenport i L. Prusak mówią wręcz o regule 33,3 proc. Jeżeli więcej niż jedna trzecia czasu i środków finansowych związanych z projektem zostanie przeznaczona na technologię - projekt zarządzania kapitałem intelektualnym przeradza się w projekt informatyczny [Strojny, 2000].

11. Kubiak B. F. (2004): *System zarządzania wiedzą w rozwoju współczesnej organizacji,* [w:] *Informatyka we współczesnym zarządzaniu,* pr. zb. pod red. J. Kisielnickiego, J. S. Nowaka.i J. K. Grabary, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa.
12. Maksymowicz Z. (2002): *Uwagi o zarządzaniu kapitałem intelektualnym w przedsiębiorstwie,* [w:] *Przedsiębiorstwo na rynku kapitałowym,* pr. zb. pod red. J. Duraja, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź.
13. Olszak C. M. (2004): *Portale korporacyjne w usprawnianiu zarządzania organizacją* [w:] *Informatyka ekonomiczna,* pr. zb. pod red. J. Golińskiego, D. Jelonek i A. Nowickiego, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, Wrocław.
14. Olszak C. M., Ziemba E. (2003): *„Business Intelligence" w zarządzaniu przedsiębiorstwem,* „Organizacja i Kierowanie", Komitet Nauk Organizacji i Zarządzania Polskiej Akademii Nauk PAN, Warszawa, nr 1(111).
15. Olszak C. M., Ziemba E. (2004): *Business Intelligence Systems as a New Generation of Decision Support Systems* [in:] J.V. Carrasquero (eds.) Proceedings – PISTA 2004 International Conference on Politics and Information Systems: Technologies and Applications, Volume 1: Informatics and Society, The International Institute of Informatics and Systemics, Orlando, Florida, USA, 21-25 July 2004.
16. Olszak C. M., Ziemba E. (2006): *Business Intelligence Systems in the Holistic Infrastructure Development Supporting Decision Making in Organisations,* "Interdisciplinary Journal of Information, Knowledge, and Management", Informing Science Institute, Santa Rosa, USA, Volume 1, 2006.
17. Skrzypek E. (2005): *Kapitał intelektualny oraz możliwości jego wyceny,* [w:] *Kapitał intelektualny jako szansa na poprawę jakości zarządzania w warunkach globalizacji,* Materiały konferencyjne VIII Międzynarodowej Konferencji Naukowej Intellect 2005, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie, Lublin – Kazimierz Dolny.
18. Skrzypek E. (red.) (2005a): *Kapitał intelektualny jako szansa na poprawę jakości zarządzania w warunkach globalizacji,* Materiały konferencyjne VIII Międzynarodowej Konferencji Naukowej Intellect 2005, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie, Lublin – Kazimierz Dolny.
19. Stewart T. A. (1997): *Intellectual Capital: The New Wealth of Organisation,* Nicolas Brealey Publishing, London.
20. Strojny M. (2000): *Kapitał intelektualny w cenie,* „PCkurier", nr 13.
21. Strojny M. (2000a): *Zarządzanie kapitałem intelektualnym. Ogólny zarys koncepcji* „Przegląd Organizacji", nr 7-8.
22. Sullivan D. (2003): *Proven Portals: Best Practices for Planning, Designing, and Developing Enterprise Portals,* Addison-Wesley, New York.
23. Terra J. C., Gordon C. (2002): *Realizing the Promise of Corporate Portals: Leveraging Knowledge for Business Success,* Butterworth-Heinemann.
24. Ziemba E. (2006): *Portale korporacyjne w zarządzaniu wiedzą w organizacji* [w:] *Informatyka w globalnym świecie,* pr. zb. pod red. J. Kisielnickiego. PJWSTK, Warszawa.

ROZDZIAŁ IV

BUDOWANIE STRATEGII PRZEDSIĘBIORSTWA Z WYKORZYSTANIEM ELASTYCZNYCH SYSTEMÓW INFORMACYJNYCH

Janusz GRABARA

Krytycy IT mówią, że brakuje jej rangi strategicznej. Więc dlaczego technologia ta służy budowaniu i realizacji właściwej strategii?

Architektura technologiczna IT może wspomagać podejmowanie decyzji przez kierownictwo. Dla wielu kierowników najwyższego szczebla ten temat jednak jest tajemniczy. Nawet dla tych, którzy lepiej rozumieją technologię, jest to niepewny temat, ponieważ dzisiejsza budowa IT i jej tajniki w większości przedsiębiorstw mogą stwarzać problemy przy podejmowaniu posunięć strategicznych.

Stratedzy w dużej mierze dyskredytują klasyczne pojęcie formułowania strategii. Nie stosuje się już cyklicznej co dwa lata oceny lat poprzednich. Dąży się natomiast do strategii długookresowej (5 do 10 lat). Zatem zamiast wprowadzania zmian rewolucyjnych w działaniach przedsiębiorstw stosuje się inkrementalizm, który jak wskazują doświadczenia przedsiębiorstw takich jak Charles Schwab, Dell, Microsoft i Wal-Mart, pozwala na przekształcenie firmy i dostarczenie wyższych przychodów posiadaczom akcji.

Radykalny inkrementalizm jest trudny do osiągnięcia. Usterki operacyjne i trudności organizacyjne przeszkadzają przedsiębiorstwom we wdrażaniu krótkoterminowych innowacji w praktyce i w procesach biznesowych. Technologia może być nawet większą przeszkodą – z powodu zbytniego związania z operacjami i organizacją, a także zbyt sztywnych systemów informacyjnych.

Ta niska elastyczność występuje jedynie w niektórych aspektach działania przedsiębiorstw. Wiele aplikacji dotyczących całego przedsiębiorstwa, takich jak te pomagające w planowaniu źródeł w przedsiębiorstwie (ERP), utworzone do zintegrowania pojedynczych systemów informacyjnych firmy, dominują w architekturze serwera klienta. Niestety jednorazowe „uderzenie" i ściśle określony sposób w jaki te aplikacje zostaną wdrożone, a także ogromne jednostki trudnego do zmodyfikowania kodowania, oznaczają dla korporacji, że aplikacje przedsiębiorstw integrują biznes tylko poprzez ograniczenie wolności wykonawstwa. Wprowadzanie nowych produktów lub usług, dodawanie nowych kanałów partnerskich lub dążenie do zdobycia nowych segmentów klientów – każde takie działanie może powodować nieprzewidziane koszty, złożoności i opóźnienia w biznesie, które prowadzą aplikacje przedsiębiorstw. Te koszty i utrudnienia mogą być tak duże że niektóre przedsiębiorstwa rezygnują z nowych zachęt biznesowych zamiast usiłować wprowadzić dodatkowe zmiany

w aplikacjach przedsiębiorstwa. Zamiast promowania agresywnego krótkoterminowego biznesu, architektura przedsiębiorstw pozostaje niezmieniona.[1]

Dobrą wiadomością jest to że kiedy tylko ograniczenia obecnej generacji architektury IT stają się dostrzegalne, pojawiają się nowe metody organizowania technologii źródeł. IT występuje na krawędzi zmiany na nową generację architektury „zorientowanej na usługi", która obiecuje na dużą skalę redukowanie, jeśli nie całkowite usunięcie obecnych przeszkód dla nowych inicjatyw operacyjnych. Te nowe architektury nie są uniwersalnym środkiem; technologia w izolacji nigdy nie stworzyła wartości strategicznej. Ale architektury zorientowane na usługi umożliwią firmom stosowanie nowych praktyk biznesowych i procesów realizowanych po niższych kosztach. Takie innowacje gromadzą się i tworzą strategiczną przewagę.

Architektury zorientowane na usługi nie wymagają usunięcia istniejących źródeł IT i w rzeczywistości były tworzone specjalnie do pomocy w uzyskaniu z działalności większych zysków. Architektury te są nadal tworzone, ale przedsiębiorstwa, takie jak Eastman Chemical, General Motors czy Merrill Lynch już rozpoczęły eksperymentalne korzystanie z nich. Firmy które reagują zgodnie z trendami rozwojowymi i przejmują nowoczesne IT – z reguły po raz pierwszy – osiągają przewagę strategiczną.

Architektury zorientowane na usługi są w pierwszej fazie rozwoju; obecne stosowanie technologii usług sieciowych jest obiecującą wczesną inicjatywą w tym kierunku. W szczególności, standard – język XML – dostarcza dużej przewagi poprzez kreowanie wszechobecnych standardów do prezentowania danych i do określania interfejsów. Ale inne standardy i protokoły dla architektur zorientowanych na usługi, szczególnie standardy i protokoły związane z ochroną i zarządzaniem procesami biznesowymi, muszą stać się silniejsze zanim zaczną w pełni wspomagać krytyczne misje i długoterminowe transakcje. Nawet dla przedsiębiorstw, które zaczynały od skupienia się na architekturach zorientowanych na usługi te dodatkowe rozwijające się standardy i protokoły pozostają w dużej mierze koncepcyjne. Obecnie używanie technologii usług sieciowych ma tendencję do ograniczoności i dotyczy specyficznego obszaru biznesu.

Jednakże, wcześniejsze wdrożenia pozwalają optymistycznie sądzić, że mogą one nie tylko zapewnić dużo większą elastyczność we wspomaganiu operacji biznesowych, ale również mogą być wykorzystane w usługach w szerszym zakresie niż wcześniejsze generacje architektur IT. Każdy etap wdrożeniowy może być ulepszeniem dla poszczególnych inicjatyw biznesowych i z relatywnie nowoczesnymi inwestycjami i krótkim czasem głównym, dostarczać rzeczywistej wartości biznesowej.

Przedsiębiorstwa nie muszą zmieniać całkowicie architektury IT ani usuwać istniejących źródeł IT aby korzystać z możliwości biznesowych oferowanych przez architekturę zorientowaną na usługi; mogą one zacząć

---

[1] Nowakowska-Grunt J., *System of Information In the Wholesale Agri-Food Industry,*[w:] Selected Problems of IT Applications ed. J.K. Grabara, Warszawa 2004, s.180

skupiając się na wspomaganiu poszczególnych inicjatyw. Po pierwsze, tylko kilka źródeł IT będzie dostępne dla architektury zorientowanej na usługi – na przykład tylko aplikacje łańcucha dostaw danego przedsiębiorstwa. Ale dostępne źródła będą najlepiej powiązane z inicjatywami operacyjnymi. Korzyści biznesowe (w tym przypadku oszczędności operacyjne z bezpośredniego dostępu klienta do danych o statusie zamówienia i korzyści przychodowe z bardziej usatysfakcjonowanych klientów) pomogą finansowo w pierwszym kroku wprowadzania zmian. Projektowanie architektur zorientowanych na usługi będzie prowadziło do rozwoju zupełnie nowych usług.[2]

Jakie są dzisiejsze architektury IT i jakie występują przeszkody dla tworzenia skuteczniejszych strategii? Rozważmy przykład przedsiębiorstwa które produkuje i sprzedaje maszyny rolnicze. Naczelne kierownictwo prognozowało od 5 do 10 lat naprzód i zdecydowało że najlepszym rozwiązaniem dla przedsiębiorstwa na kontynuowanie osiągania zysków będzie rozwinięcie wzajemnych relacji z klientami, poprzez pogłębianie więzi z odbiorcami dużych firm rolniczych i świadczenie usług dostosowanych do ich potrzeb.

Co może zrobić firma przez następnych 6 do 12 miesięcy aby przyspieszyć te zmiany? Przypuszczalnie zadecydować o skupieniu się na dwóch inicjatywach. Pierwszą jest dążenie do dostarczenia klientom lepszych i łatwiejszych informacji o statusie ich zamówienia – aby ulepszyć obsługę klientów i zredukować koszty operacyjne – jeśli firma obsługuje duże zamówienia w odpowiedzi na długotrwałe zasięganie informacji przez klienta. Druga inicjatywa dąży do rozszerzenia rangi produktów przez dopuszczenie klientów do źródła dostaw i następnie sprzedaż ponowną produktów komplementarnych, pochodzących od pośredników .

Omawiane przedsiębiorstwo wytwarza swoje wyroby w trzech fabrykach na terenie USA, dwie z nich są odkupione od innych przedsiębiorstw. Kiedy różne firmy posiadają te same fabryki, każda z nich używa innych aplikacji firmowych do prowadzenia swoich operacji. Pracownicy sprawdzający status zamówień muszą korzystać z trzech różnych aplikacji, gdzie każda ma inny interfejs użytkownika i sposoby prezentacji informacji o produktach. Ten problem wyjaśnia dlaczego pracownicy obsługujący zamówienia spędzają dużo czasu na zdobywaniu odpowiednich informacji.

Co byłoby potrzebne do bezpośredniego dostępu do informacji z systemów zakupowych klientów? Dla każdego z nich przedsiębiorstwo powinno stworzyć trzy zaprojektowane na zamówienie połączenia wiążące system zakupów klienta z jednostką w przedsiębiorstwie, w każdej z trzech fabryk – połączenia które tłumaczyłyby informacje o produktach, przesyłały instrukcje i statusy a także inne kluczowe dane. Połączenia na zamówienie powinny również dostarczać odpowiedniej ochrony, monitorowania transakcji i wymiany informacji. Nawet jeśli te potrzeby byłyby zignorowane, połączenia powinny wymagać dobrego rozumienia aplikacji i ich specjalnych właściwości. Połączenia nie tylko byłyby drogie do utworzenia (przez wymagany czas kodowania) ale także nienadające się

[2] Pr. zbior. pod red. A. Nowickiego, *Wstęp do systemów informacyjnych zarządzania w przedsiębiorstwie,* Częstochowa 2005, s. 174

do ponownego użycia w innym celu niż początkowo zaprojektowane. Technologowie określają połączenia tworzone dla klientów jako „hardwired" (ciężkozmienne), ponieważ brak im elastyczności.

Co do drugiej inicjatywy, jeśli przedsiębiorstwo będzie chciało sprzedać ponownie produkty od przetwarzającego pośrednika i przekazać klientom informacje o nich na tym samym poziomie, będzie to wymagało utworzenia kolejnego połączenia pomiędzy każdym klientem i każdą aplikacją łańcucha dostaw, gdzie działają ci pośrednicy.

Nawet w początkowym stosowaniu pierwszej inicjatywy w przedsiębiorstwie, jest to złożone, kosztowne i o długim czasie realizacji. Jeśli później firma chciałaby wzmocnić każde z tych połączeń – poprzez dawanie klientom ograniczonej możliwości do zmiany zamówień zanim zostaną przesłane – taka właściwość musiałaby być zakodowana ponownie w każdym połączeniu. Przypuszczając, że także dostawcy niektórych firm nie współpracowaliby właściwie z przedsiębiorstwem, trzeba byłoby wszystko zmieniać. Wtedy konieczne stałoby się tworzenie nowych połączeń. Im więcej warunków biznesowych podlegałoby zmianom, tym więcej pojawiłoby się trudności, kosztów i czasu.[3]

Dzisiejsze informacje o architekturach, jeśli potrzebne jest połączenie dwóch aplikacji, baz danych czy systemów operacyjnych – lub trzeba skomunikować któreś z nich z człowiekiem – musi być specjalnie utworzone dla specjalnego celu, a najmniejsze nawet zmiany informacji muszą być ponownie kodowane. Co gorsze, koszty i wysiłek potrzebny do ustalenia takich połączeń między źródłami technologicznymi podwyższane są wykładniczo – a nie liniowo – wraz z liczbą łączonych źródeł. Przedsiębiorstwa wydają duże ilości z budżetu IT na integracje gdyż tworzą nowe połączenia i przeprojektowują stare aby utrzymać warunki zmieniającego się biznesu.

Architektury zorientowane na usługi mają różne podejście do łączenia źródeł technologicznych. Zamiast wykonywania na zamówienie, połączeń „hardwired", te architektury polegają na „słabo powiązanych" ze źródłami IT, nawet jeśli używają niekompatybilnych systemów operacyjnych czy różnych słowników w swoich operacjach, mogą być łatwo razem łączone bez przeszkód lub wykonywania na zamówienie i tak samo łatwo można je łączyć jak i rozłączać.

Wszystkie wymagane informacje (na przykład które nakłady na software mogą być dostarczone, jaki mają dostęp i kto może mieć autoryzację) są opisane i zawarte w interfejsie – elektronicznym opisie którego używają inne aplikacje aby ustalić jak nawiązać elektroniczne połączenie. W przedsiębiorstwie maszyn rolniczych interfejs dla aplikacji wytwarzania może określać że dostarcza informacji o statusie wytwarzania produktów i podkreśla które protokoły i standardy użytkownika „usług" (inny software) będą potrzebne do uzyskania

[3] Brown J. S., Hagel J., *Flexible IT, better strategy*,[w:] The McKinsey Quarterly, nr 4 2003,s.53

informacji. Oczywiście informacje muszą być prezentowane w sposób, który jest zrozumiały i to jest kluczowa rola, jaką posiadają standardy i protokoły we wspomaganiu połączeń słabo powiązanych. Dopóki standardy i protokoły są szeroko adaptowane, zakres właściwości połączeń jest bardzo ograniczony. Szybkie rozszerzenie XML jako standardu, i cała seria związanych z tym standardów i protokołów dostarczają efektywnego zarysu dla dobrego zrozumienia i dostępności interfejsu.

Dużo bardziej elastyczne połączenie może być ustalone, kiedy standardy i protokoły są ograniczone. Od kiedy komputery mogą „czytać" i „rozumieć", połączenia mogą być automatycznie tworzone. Połączenie skupia się na usługach wynikowych a nie na szczegółach jego utworzenia. Co więcej połączenią mogą być ustalane dużo szybciej, bez wymaganego dobrego rozumienia dodatkowych właściwości na każdym końcu połączenia.

W efekcie architektury zorientowane na usługi zawierają podejście modularne do organizacyjnych źródeł IT. Tak jak we wszystkich takich podejściach, kluczowe wymagania to standaryzacja definicji interfejsów taka że różne źródła technologiczne stają się samoopisowe, co pozwala na mieszanie ich i łączenie szybkie i łatwe a jednocześnie odpowiadające wymaganiom. Kiedy włączone są inicjatywy operacyjne, odpowiednie aplikacje i źródła informacji są dynamicznie dostępne do wspomagania tych zmian.

Aby zrozumieć pełne korzyści biznesowe z architektur zorientowanych na usługi wracamy do producenta maszyn rolniczych. Jak taka architektura pomoże osiągnąć szybką elastyczność operacyjną wymaganą dla ewolucji i innych nowych podejść do strategii?

Architektura odsłania lub ułatwia postrzeganie innych aplikacji, właściwości i możliwości dla każdej aplikacji przedsiębiorstwa w zarządzaniu łańcuchem dostaw. Dział IT osiągnął to przez utworzenie zestandaryzowanego interfejsu pozwalającego na dostępność statusu zamówienia jako usługi, która jest dostępna w każdej aplikacji używającej takich samych standardów i protokołów.

Dostęp odbywa się przez ustanowione połączenie słabo powiązane, tylko kiedy zachodzi potrzeba, ponieważ wszystkie potrzebne informacje już istnieją w usłudze interfejsu. Jeśli aplikacja konsumencka (w tym przypadku software do zamawiania) nie wie która fabryka realizuje zamówienie, bezpośrednia usługa może pomóc w jej zidentyfikowaniu. Różnorodność możliwych usług tego rodzaju może być szeroko stosowana dzięki usługom słabego powiązania, które dzielą wszystkie połączenia, a nie dodatkowo je komplikują.

Korzyści są bardzo istotne. Tradycyjne podejścia wymagają programistów do projektowania na zamówienie nowego połączenia dla każdej pary źródeł, które muszą współdziałać. Architektura zorientowana na usługi wymaga tylko jednorazowej inwestycji do napisania kodu, który pozwala na dostępność usług każdej aplikacji z interfejsem odpowiadającym określonym standardom i protokołom takim jak XML czy WSDL. W przeciwieństwie do połączeń hardwired, które mają mało elastyczne kodowanie (tak że każde nowe połączenie wymaga oddzielnego programu), początkowa inwestycja w architekturę

zorientowaną na usługi jest amortyzowana dalej za każdym razem kiedy jest tworzone nowe połączenie.

W kontekście tworzenia usług – tworzenie na użytek każdej aplikacji lub w każdym otoczeniu aplikacyjnym biznesu – przedsiębiorstwa mogą szybciej mobilizować usługi, które są obecnie dostępne i stosować je w nowych aspektach działalności. W ten sposób przedsiębiorstwa wzmacniają swoje możliwości tworzenia i testowania nowych produktów, przeprojektowywania procesów biznesowych, a nawet szybkiego wdrażania nowych modeli biznesowych, ponieważ mają mniej problemów z potencjalnymi przeszkodami.

Powiedzmy, że przedsiębiorstwo maszyn rolniczych chce zawęzić operacje wytwórcze do jednej fabryki i zmodyfikować aplikacje wytwarzania.[4] W architekturze zdominowanej przez aplikacje, każde połączenie tworzone na zamówienie pomiędzy tymi aplikacjami wytwórczymi a każdym klientem, będą wymagały ponownego testowania i prawdopodobnie ponownej konfiguracji, ponieważ poprawne funkcjonowanie połączeń zależy od założonego sposobu generowania informacji. Z połączeniami słabo powiązanymi, które nie wymagają takich założeń, przedsiębiorstwo może próbować nowych procesów biznesowych w tej jednej fabryce, bez obaw o zaburzenia w systemach IT klientów.

Architektury zorientowane na usługi umożliwiają tworzenie bardziej elastycznych połączeń we wszystkich aplikacjach. Wydaje się, że takie architektury dostarczą przede wszystkim wartości przedsiębiorcom, którzy je wykorzystują. Ale to jest tylko początek. Jako że większa funkcjonalność pojawia się w architekturach, przedsiębiorstwa będą je wykorzystywały w procesach biznesowych w sposób stochastyczny: architektury staną się fundamentem dla bardziej elastycznych procesów biznesowych związanych z dostawami.

Rozważmy ponownie producenta maszyn rolniczych. Obecnie, aby wypełnić zamówienie, określone jednostki muszą wykonywać różne zadania w ustalonej sekwencji, a każda zmiana oznacza, że aplikacja wypełnienia zamówienia musi być zmodyfikowana. Z architekturą zorientowaną na usługi zarówno sekwencja, jak i jednostki, muszą być wyodrębnione w czasie zamówienia. Jeśli na przykład klient potrzebuje finansowania z określonej instytucji i chce mieć maszynę przesłaną zanim spełniona zostanie ta umowa finansowa – a jest to wyjątek w procedurach standardowych i w oryginalnych aplikacjach programowych nie zostało to ujęte – przedsiębiorstwo może przekonfigurować swoje procesy biznesowe aby spełnić te wyjątkowe potrzeby klienta.

Przedsiębiorstwa coraz lepiej zapoznają się z modularnym projektowaniem produktów, używają one architektur zorientowanych na usługi do wdrażania modularnych procesów biznesowych. Takie procesy umożliwiają firmom koordynowanie i łączenie zadań dostawcom źródłowy, aby ułatwić innowacje procesowe i odpowiedzialność za szybko zmieniające się rynki. Skupienie na

---

[4] Nowakowska –Grunt J., *Modern Supply Strategies in Food Supply Chains,* [w:] Manufacturing Logistics & Supplz Chain Management 2nd Conference with International Participation Manegement of Manufacturing Systems, Presov, Slovakia 2006, s. 143

tworzeniu bardziej elastycznych połączeń poprowadzi nieuchronnie do fundamentalnie różnych procesów biznesowych.

Słabe powiązania również wspomagają innowacje biznesowe poza granicami indywidualnych przedsiębiorstw: to podejście może na przykład być bardzo pomocne w automatycznych połączeniach z partnerami biznesowymi. Ułatwia to przedsiębiorstwom tworzenie wartości dodanej dla klientów, poprzez dostęp do źródeł, które są parametrami biznesowymi. Słabe powiązania również przyspieszają fundamentalny rozwój przedsiębiorstwa, pozwalając firmom na skupienie się na działaniach, w których są one wyspecjalizowane i zwiększaniu możliwości przy pomocy większej ilości partnerów.[5] Producent maszyn rolniczych na przykład może wykorzystać architekturę zorientowaną na usługi do szybszego przemieszczania co jest jego podstawową siłą: wzajemne relacje z klientami. Kiedy firma zautomatyzuje połączenia umożliwi to komunikację z producentami kontraktowymi w bardziej widoczny i skoordynowany sposób i pomoże przekazywać zadania dotyczące działań związanych z produktami i produkcją w wyspecjalizowanych przedsiębiorstwach.

Co więcej architektury zorientowane na usługi automatycznie generują pełne informacje o działaniu połączeń a wyjściowe na każdym końcu są uproszczone przez produkty uboczne zarządzania połączeniami. W przeciwieństwie do zdobywanie takich informacji w połączeniach manualnych, które są czasochłonne, często błędne i kosztowne automatyzacja dostarcza podejmującym decyzje biznesowe dużo dokładniejsze informacje o całości działalności IT i biznesu a także pomaga zminimalizować nieefektywność. Producent maszyn rolniczych na przykład automatycznie generuje szczegółowe informacje o zapytaniach klientów dotyczących statusu zamówienia. Przedsiębiorstwo może wtedy ulepszać usługi dla klientów poprzez systematyczne katalogowanie informacji i używanie ich jako podstawy do tworzenia raportów o statusie zamówień dla danego rodzaju klientów.

Tworzone w przedsiębiorstwach architektury IT mają bardzo duże znaczenie dla właściwego funkcjonowania przedsiębiorstw. Ułatwiają one wdrażanie radykalnych zmian w krótkich okresach czasu na poziomie lokalnym, które następnie mogą prowadzić do zasadniczych zmian w realizowaniu strategii organizacji.

Literatura

1. Brown J. S., Hagel J., Flexible IT, better strategy,[w:] The McKinsey Quarterly, nr 4 2003
2. Nowakowska –Grunt J., Modern Supply Strategies in Food Supply Chains, [w:] Manufacturing Logistics & Supply Chain Management 2nd Conference

[5] Pr. zbior. pod red. M. Moszkowicza, *Zarządzanie strategiczne. Systemowa koncepcja biznesu, Warszawa 2005, s.46*

with International Participation Manegement of Manufacturing Systems, Presov, Slovakia 2006
3. Nowakowska-Grunt J., System of Information In the Wholesale Agri-Food Industry,[w:] Selected Problems of IT Applications ed. J.K. Grabara, Warszawa 2004
4. Pr. zbior. pod red. M. Moszkowicza, Zarządzanie strategiczne. Systemowa koncepcja biznesu, Warszawa 2005
5. Pr. zbior. pod red. A. Nowickiego, Wstęp do systemów informacyjnych zarządzania w przedsiębiorstwie, Częstochowa 2005

ROZDZIAL V

ZARZĄDZANIE WIEDZĄ Z PUNKTU WIDZENIA TWÓRCÓW SYSTEMÓW INFORMATYCZNYCH

Bożena BOROWIEC

Wstęp

W obecnych czasach wiedza decyduje o przewadze konkurencyjnej przedsiębiorstw. Ciągłe zmiany w otoczeniu a także wewnątrz firmy wymuszają na zarządzających posiadanie aktualnej informacji, a co za tym idzie wiedzy. Zarządzanie wiedzą i posiadanie aktualnej informacji wymagane jest również przez zespoły programistów i ich kierowników w procesie tworzenia systemów informatycznych. Tylko aktualna informacja pozwala na sprawny proces tworzenia aplikacji.

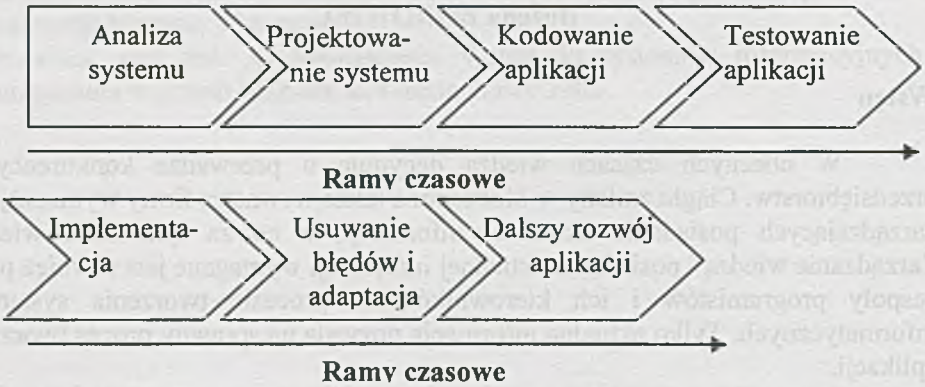
Jak wiadomo, produkcja oprogramowania jest procesem bardzo złożonym i czasochłonnym. Pisanie aplikacji zajmuje bardzo często miesiące a nawet lata. Dawniej wiedza osób pracujących w organizacjach przez wiele lat gromadzona była na papierze lub w głowach osób posiadających tą wiedzę. Informacja zgromadzona w formie papierowej była więc trudna do uaktualnienia, a natomiast informacja zgromadzona w głowach osób była trudno dostępna, zwłaszcza, jeśli te osoby pracowały w dużych i rozproszonych organizacjach. Cześć z ważnych informacji nie była przechowywana czy zarchiwizowana, a w przypadku, gdy osoby te opuszczały daną firmę była bezpowrotnie utracona.[1]

Ze względu na złożoność procesu tworzenia oprogramowania jego twórcy są najbardziej narażeni na brak aktualnych informacji np. niewiedza wynikająca ze słabej analizy systemowej, niezrozumienia potrzeb klienta, czy złego zaprojektowania systemu. Braki te powodować mogą przestoje w procesie tworzenia oprogramowania czy też oprogramowanie może nie spełniać żądanych wymagań klienta. Aby uniknąć problemów wynikających z braku aktualnej wiedzy w zespołach programistycznych należy wprowadzić system lub systemy zarządzania wiedzą w danym zespole, czy w danej organizacji. Istnienie wspólnej platformy wiedzy pozwoli na sprawne zarządzanie procesem tworzenia oprogramowania.

1.Zarządzanie wiedzą w zespołach programistycznych

Zarządzanie wiedzą jest to zintegrowany zestaw działań, którego celem jest odpowiednie kształtowanie zasobów wiedzy znajdującej się w głowach pracowników, który pozwala na zwiększenie wartości danej organizacji. Jest to proces identyfikowania, zdobywania i wykorzystania wiedzy mający na celu i zapewnienie jej przewagi konkurencyjnej.[2]

W procesie tworzenia oprogramowania zarządzanie wiedzą powinno następować na każdym etapie tego procesu. Zarządzanie wiedzą może zostać zaimplementowanie dzięki wprowadzeniu odpowiednich narzędzi zarządzania wiedzą jak i odpowiedniej współpracy pomiędzy osobami w danym zespole. Proces tworzenia oprogramowania w skrócie przedstawiony jest na rysunku nr 1.



Rys.1 Proces tworzenia oprogramowania
Źródło: opracowanie własne

Proces tworzenia wiedzy organizacyjnej, który można przenieść na pole tworzenia oprogramowania, przebiega poprzez wdrożenie trzech postaw:
- tworzenie wiedzy na postawie własnych eksperymentów i doświadczeń, czyli określenie, kto jest twórcą a kto jest odbiorcą wiedzy,
- nabywania wiedzy z zewnątrz np. poprzez benchmarking, czyli uczenie się poprzez porównywanie i udoskonalanie cudzych rozwiązań, uczenie się od liderów rynkowych,
- sprzężenie wiedzy z zewnątrz i wewnątrz organizacji, czyli przepływ wiedzy w przedsiębiorstwie – między pracownikami, z otoczenia i od pracowników do systemów IT.[3]

Istotną rolę w procesie tworzenia wiedzy w zespole programistycznym powinien pełnić kierownik zespołu. Główną jego rolą w takim procesie powinno być:
- ustalenie celów działania i ich rozumienie,
- pobudzanie twórczej aktywności personelu zespołu poprzez sprawiedliwe nagradzanie, sposób formułowania realizowanych zadań,
- kształtowanie odpowiedniej atmosfery pracy, poprzez eliminowanie napięć, bezstronniczość kierownika, pobudzanie do współpracy w grupie, omawianie i obiektywną ocenę pracy poszczególnych członków zespołu.
- organizowanie spotkań np. burze mózgów, pozwalające na wymianę informacji pomiędzy członkami zespołu.[4]

Oprócz czynników ludzkich wynikających z zarządzania wiedzą w procesie tworzenia oprogramowania, istotną rolę spełniają narzędzia informatyczne.

2.Narzędzia zarządzania wiedzą.

Istnieje wiele narzędzi, dzięki którym wiedza może zostać usystematyzowana i ułatwiała będzie proces tworzenia oprogramowania. Podczas tworzenia oprogramowania istotną rolę mogą odegrać:
- narzędzia pracy grupowej (groupware),
- systemy obiegu dokumentów i zarządzania nimi (workflow),
- Internet, intranet, poczta elektroniczna, portale korporacyjne
- narzędzia do nauczania zdalnego – e-learning.[5]

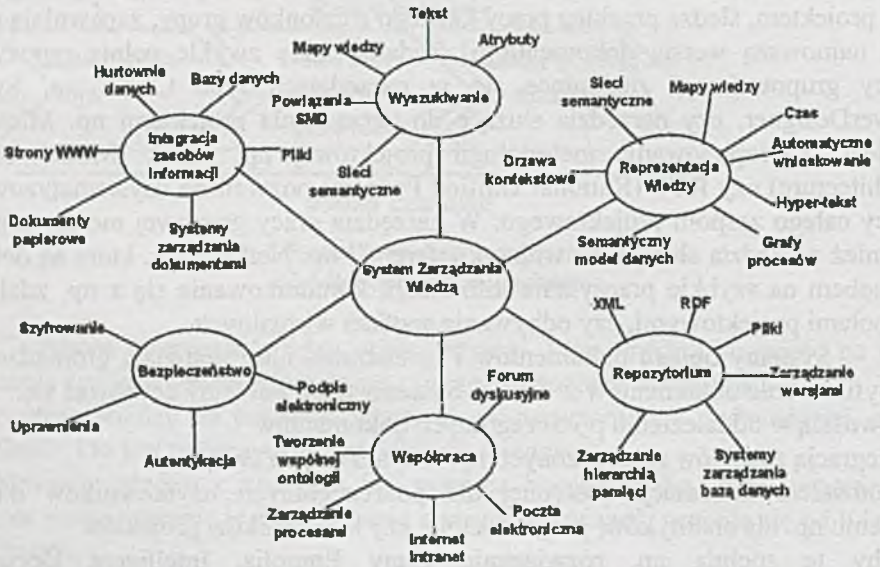
Narzędzia pracy grupowej umożliwiają swobodny przepływ informacji i dzielenie się nią. Narzędzia pozwalają zorganizować pracę zespołu pracującego nad projektem, śledzą przebieg pracy każdego z członków grupy, zapewniają pracę nad najnowszą wersją dokumentu.[6] Zadania takie zwykle pełnią repozytoria pracy grupowej np. znajdujące się w narzędziach typu CASE np. Sybase PowerDesigner, czy narzędzia służące do zarządzania projektami np. Microsoft Project. Zaproponowanie metodologii projektowej np. MDA (Model Driven Architecture) czy RUP (Rational Unified Process) pozwoli na usystematyzowanie pracy całego zespołu projektowego. W narzędzia pracy grupowej można zaliczyć również narzędzia służące do wideo-konferencji np. NetMeeting, które są dobrym sposobem na szybkie przesyłanie informacji, komunikowanie się z np. zdalnymi zespołami projektowymi, czy odbywanie spotkań wirtualnych.

Systemy obiegu dokumentów i zarządzania nimi ułatwiają gromadzenie i klasyfikowanie dokumentów w firmie. Systemy takie powinny cechować się:
- łatwością w odnalezieniu poszczególnych dokumentów
- integracją zespołów rozproszonych np. w kraju czy na świecie,
- podziałem informacji dostępnej dla poszczególnych użytkowników danego systemu np. dla analityków, programistów, czy kierowników projektów.

Cechy te spełnia np. rozwiązanie firmy Empolis, Intelligent Document Management Solution [7]. Jego wdrożenie pozwoli grupie na:
- identyfikację treści przy pomocy profilu użytkownika,
- poprawę współpracy pomiędzy pracownikami i partnerami w zespołach projektowych,
- przechowywanie treści o dużej objętości w pojedynczym lub w rozproszonych repozytoriach,
- objęcie wszystkich kontrahentów/osoby w danym projekcie, procesami biznesowymi.

Innym narzędziami automatyzującymi pracę zespołów tworzących oprogramowanie są narzędzia związane z wykorzystaniem zasobów Internetu, intranetu czy poczty elektronicznej. Rozwiązanie oparte o Internet takie jak wyszukiwarki, listy dyskusyjne pozwalają osobom wymieniać doświadczenia i dzielić się swoją wiedzą. Często też są to miejsca, gdzie można uzyskać porady dotyczące konkretnego rozwiązania lub poznać inne narzędzia ułatwiające proces

tworzenia aplikacji. Dzięki takim systemom dostęp do informacji jest natychmiastowy. W bardziej rozbudowanej formie systemy wykorzystujące Internet/Interanet jako postawę funkcjonowania to portale korporacyjne. Systemy te z jednej strony zwierają informacje z różnych źródeł a z drugiej strony integrują istniejące systemy w organizacji i stanowią jedną platformę ich prezentacji niezależnie od miejsca, w którym aktualnie znajdujemy się. Jednym z przykładów oprogramowania do zarządzania wiedzą opartego o portal korporacyjny jest grupa produktów Office Objects® firmy Rodan System. Architektura systemu zarządzania wiedzą według firmy Rodan System przedstawiona jest na rysunku 2, a szczegółowo produkt i rozwiązanie opisane jest w literaturze [8].



Rys.2 Architektura systemu zarządzania wiedzą
Źródło: [8]

Ostatnim narzędziem pomocnym w zespołach tworzących oprogramowanie są narzędzia służące do zdalnej nauki tzw. systemy e-learning (Learning Management Systems). Zaimplementowanie takich systemów pozwala na zarządzanie kwalifikacjami pracowników, prowadzenia analizy luki kompetencyjnej, czy administrowania szkoleniami i sporządzania statystyk i raportów. Jednym z przykładów takiego systemu jest system firmy Hewlett Packard.[9] Głównymi zadaniami systemu LMS są:
- dostarczanie i śledzenie zindywidualizowanych planów nauczania, programów certyfikacyjnych i materiałów dla zdefiniowanych grup pracowników,
- przygotowanie dedykowanych katalogów szkoleniowych i korzystanie z prostych w obsłudze, zaawansowanych funkcjonalnie mechanizmów wyszukiwania.

Wiele firm dostarczających technologię do tworzenia aplikacji przygotowuje transfery wiedzy w taki właśnie sposób, poprzez Internet, jak np. firma Oracle – Oracle University Home [10] czy Sybase – Sybase Learning [11]. Uczenie poprzez Internet oszczędza czas i skraca proces poznawania nowych technologii czy produktów, przez co przyspiesza generowanie wiedzy w danym zespole.

Wnioski

Wybór odpowiednich narzędzi jest zależny od wielkości grupy projektowej a także wielkości projektu wykonywanego przez daną grupę. Ciekawym urozmaiceniem w takiej grupie będzie rozrysowanie mapy wiedzy danego zespołu. Wiele informacji na temat każdego z członków zespołu trzymane jest w aktach personalnych a także w głowach każdej osoby. Rozrysowanie map wiedzy, czyli informacji, co ktoś umie, jaką wiedzę posiada, z czego, pozwoli na szybki dostęp do konkretnych osób w przypadku, kiedy nastąpi taka potrzeba. Innym rozwiązaniem w zespołach programistycznych może być stworzenie „sieci komunikacji", które określić mogą nie tylko powiązania służbowe, ale również powiązania nieformalne.[12] Narzędzia do prezentacji wiedzy mogą być rozszerzone o macierze kompetencji, które są usystematyzowane od najmniej nieistotnych, przez podstawowe aż do wyjątkowych.[13]

Podsumowując zarządzanie wiedzą jest dziedziną stale rozwijającą się. Obecna sytuacja rynkowa powoduje, że twórcy oprogramowania, specjaliści od zarządzania wiedzą, eksperci z danych dziedzin tworzą coraz to nowe produkty i narzędzia, które pomóc mogą pracownikom, użytkownikom systemów na ekstrakcję wiedzy pomocnej w dalszym podejmowaniu decyzji. Coraz więcej twórców narzędzi skłania się do włączenia w systemy zarządzania wiedzą modułów inteligentnych np. systemy ekspertowe, sieci neuronowe. Takie połączenia mogą być ciekawym narzędziem do dalszego badania i rozwoju systemów zarządzania wiedzą.

Literatura

1. Falbo R., Arantes D., Natali A.; Integrating Knowlegde Management and Groupware in a Software Development Environment, Praca zbiorowa pod redakcją D. Karagiannis, U. Reimer, Practical Aspects of Knowledge Management, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 2004.
2. Rojek-Mikołajczak I.; Techniki i narzędzia informatyczne zarządzania wiedzą, materiały konferencyjne; Budowanie przewagi konkurencyjnej – strategie i technologie zarządzania wiedzą, Warszawa 2004
3. Kisielnicki J.; Zarządzanie wiedzą we współczesnych organizacjach; WSHiP im. R.Łazarskiego; Warszawa 2003.
4. Nonaka I., Takeuchi H.; Kreowanie wiedzy w organizacji; Poltext; Warszawa 2000.

5. Burnat G.; Wykorzystanie technologii informatycznej w procesie kreowania wiedzy w organizacji; Praca zbiorowa pod redakcją Teresy Porębskiej – Miąc i Henryka Sroki, Systemy wspomagania organizacji, Katowice 2003.
6. Wallis A.; Zarządzanie wiedzą jako czynnik zwiększania konkurencyjności przedsiębiorstw; Praca zbiorowa pod redakcją L. Drelichowskiego, A.Januszewskiego, G.Dzieży, Zastosowanie technik informacyjnych w gospodarce i zarządzanie wiedzą, Bydgoszcz – Ciechocinek 2003.
7. Materiały informacyjne o produkcie: http://www.empolis.com/pl/
8. Staniszkis W.; Architektura systemu zarządzania wiedzą; Praca zbiorowa pod redakcją Ludosława Drelichowskiego, Studia i materiały Polskiego Stowarzyszenia Zarządzania Wiedzą, PSZW, Bydgoszcz 2005.
9. Materiały informacyjne o rozwiązaniu: http://www.hp.com.pl/doc/2479
10. Materiały informacyjne o rozwiązaniu: http://education.oracle.com/web_prod-plq-dad/plsql/show_desc.redirect?redir_type=3
11. Materiały informacyjne o rozwiązaniu: http://www.sybase.com/education
12 . Zalech W.;Sposoby prezentacji wiedzy; http://www.gazeta-it.pl/archiwum/git13/sposoby_prezentacji_wiedzy.html
13. Probst G, Raub S., Romhardt K; Zarządzanie wiedzą w organizacji; Oficyna Ekonomiczna; Kraków 2002.

ROZDZIAŁ VI

MODELE ZARZĄDZANIA WIEDZĄ ZESPOŁÓW PROJEKTUJĄCYCH SYSTEMY INFORMATYCZNE

Jolanta SALA, Halina TAŃSKA

Wprowadzenie

W projektach[1] wyróżnia się kilka lub kilkanaście cech, które są istotne dla zarządzania nimi. Zarówno w teorii, jak i w praktyce różne są stanowiska dotyczące pojęć związanych z procesem PSI, jak i podejść metodycznych do zarządzania tym procesem. Oczywiście ludzie nie są nigdy pomijani i m.in. stawia się warunki, które pozwalają grupę ludzi nazwać zespołem projektowym (m.in. gdy posiadają wspólny cel, współzależne zadania, wspólną odpowiedzialność i wzajemne zaufanie[2]). Różne są też poglądy na to kto i jak powinien tworzyć zespół projektowy. Niestety zarządzanie wiedzą zespołu projektowego nie jest zbyt częstym przedmiotem opracowań teoretycznych. Natomiast zarządzanie wiedzą w praktyce zarządzania projektami dotyczy zwykle decyzji z obszaru bardzo obciążonego uznaniowością i subiektywizmem.

1. Proces PSI i klatka wiedzy

Proces projektowania systemu informatycznego jest szczególnym przypadkiem procesu informacyjnego, a jego produktem jest system informatyczny, który jest szczególnym przypadkiem systemu informacyjnego. Wobec tego warto zatrzymać się na dorobku ekonomiki informacji wykorzystując jej solidne naukowe podstawy i metody. Proces informacyjny jako proces semiotyczny, ekonomiczny i technologiczny realizuje co najmniej jedną z następujących funkcji: 1) generowanie (produkcja) informacji, 2) gromadzenie (zbieranie) informacji, 3) przechowywanie (pamiętanie, magazynowanie, archiwowanie) informacji, 4) przekazywanie (transmisja) informacji, 5) przetwarzanie (przekształcanie, transformacja, translacja) informacji, 6) udostępnianie (upowszechnianie) informacji, 7) interpretacja (translacja na

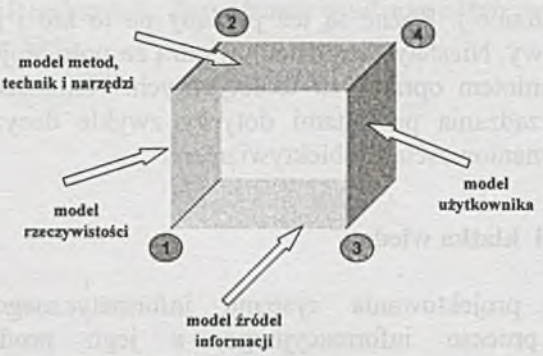
---

[1] M.in. P. Siemieński, G. Kulisiewicz, Zarządzanie projektami informatycznymi, Deloitte&Touche, 2001 wyróżniają 9 takich cech/charakterystyk.

[2] K. Frączkowski, T. Mechliński, Telepraca i zarządzanie wirtualne w projektach informatycznych, VIII Konferencja PLOUG, Kościelisko 2002, s. 264, www.ploug.org.pl 01.05.2006

język użytkownika) informacji, 8) wykorzystywanie (użytkowanie) informacji[3]. W procesie PSI niewątpliwie istotna jest funkcja generowania informacji, a w konsekwencji istotne są ograniczenia generowania informacji w systemach społeczno-gospodarczych, które J. Oleński nazywa klatkami wyróżniając m.in. ***klatkę wiedzy***[4].

Klatka wiedzy, zgodnie z autorską interpretacją graficzną na rysunku 1, jest zbiorem ograniczeń utworzonym na czterech modelach (***użytkownika, rzeczywistości, źródeł informacji oraz metod, technik i narzędzi***) stanowiących niezbędną wiedzę generatora informacji. „W każdym procesie informacyjnym generator informacji - człowiek lub maszyna - generuje informacje na podstawie pewnych reguł"[5]. Wobec tego dla potrzeb PSI trzeba zatrzymać się na grupie ludzi i pracy grupowej. W każdej grupie nawet dwuosobowej współpraca (współegzystencja) polega na wymianie ról informacyjno-komunikacyjnych (nadawcy i odbiorcy informacji).

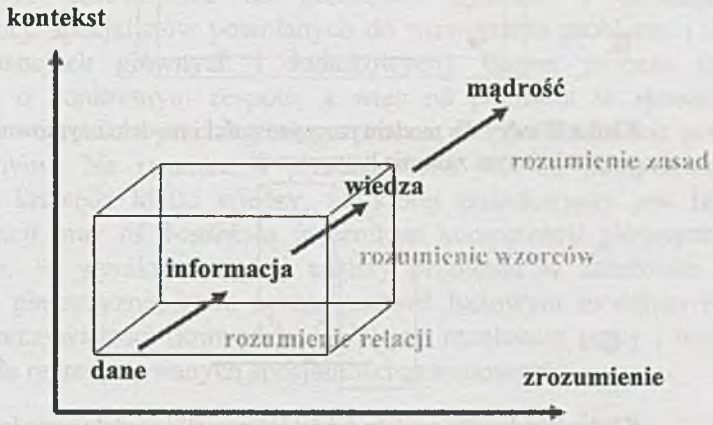


Rysunek.1. Klatka wiedzy ograniczająca generowanie informacji w procesie PSI
Źródło: opracowanie własne

Wielu teoretyków i praktyków PSI próbowało znaleźć odpowiedź na pytanie: czy i jak taka grupa informacyjno-komunikacyjna przekształci się w wiedzę grupową (wygeneruje wiedzę), a następnie doprowadzi do mądrości grupowej? Jest to zjawisko skomplikowane i uwarunkowane podejściem do zrozumienia i kontekstu. Dynamikę tego procesu ilustruje rysunek 2. Na wykresie ***mądrość*** (grupowa, a także jednostkowa) zależy nie tylko od ***danych*** i ich ilości lecz przede wszystkim od ***zrozumienia relacji, wzorców i zasad*** oraz właściwego

[3] J. Oleński, Ekonomika informacji. Metody, PWE, Warszawa 2003, s. 39
[4] Tamże, s. 56
[5] Tamże, s. 60

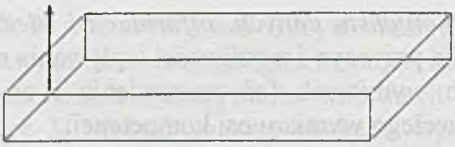
zlokalizowania ***kontekstu danych, informacji i wiedzy***. Interesujące jest podjęcie próby poszukania przyczyn i możliwości wpływania na rozmiary klatki wiedzy nie tylko w dwóch wymiarach (oś zrozumienia i oś kontekstu), ale szczególnie w kontekście trzeciego wymiaru osi kompetencji.



Rysunek 2. Droga do sukcesu indywidualnego i grupowego
Źródło: opracowanie własne

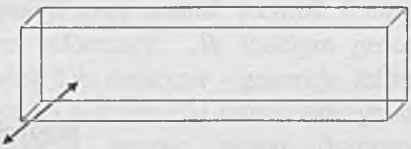
W celu uzasadnienia trafności poszukiwań warto przywołać klatki wiedzy procesu PSI o charakterze symetrycznym, choć może jeszcze bardziej przekonywujące są klatki wiedzy o charakterze asymetrycznym. Na rysunku 3 zebrane zostały trzy przypadki z symetrycznymi klatkami wiedzy o „zdeformowanych" proporcjach. W przypadkach A i B specyficzny charakter został przypisany modelom rzeczywistości i użytkownika. Bez nadmiaru słów można jednoznacznie wnioskować o konkretnym procesie i jego produkcie. W przypadku A ograniczony został kontekst procesu PSI (oś Y) i ten stan nie budzi zaufania, mimo relatywnie rozległego zakresu kompetencji i zrozumienia zespołu (i użytkownika). Podobnie nie budzi zaufania przypadek B, w którym z kolei ograniczony jest zakres kompetencji (oś Z). W przypadku C zakres zrozumienia (oś Y) jest relatywnie „krótki" w zaprezentowanej interpretacji przestrzennej klatki wiedzy. Ten prosty zabieg graficzny powoduje w osobie zarządzającej projektem odruch natychmiastowej oceny i potrzebę poszukania przyczyny braku harmonii lub proporcji zbliżonej do wzorca (np. na rys.1).

A.



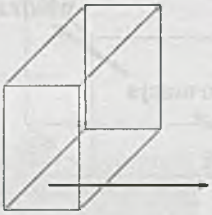
Klatka Wiedzy dla modelu rzeczywistości i modelu użytkownika o ograniczonym kontekście

B.



Klatka Wiedzy dla modelu rzeczywistości i modelu użytkownika o ograniczonym zakresie kompetencji

C.



Klatka Wiedzy dla modelu źródeł informacji i modelu metodologicznego o ograniczonym zakresie zrozumienia

Rysunek 3. Klatki Wiedzy o charakterze symetrycznym
Źródło: opracowanie własne

Poszukiwania właściwych modeli wymusza dynamika zmian dotyczących procesów PSI, a także specyfika zarządzania wirtualnego zasobami projektu (zespołów rozproszonych). Oczywiście sytuacje, w których działa gestor i kierownik projektu zwykle odbiegają od ideału, który pozwalałby właściwie zarządzać przedsięwzięciem informatycznym. Niewątpliwie jednym z celów zarządzania zespołem projektującym jest odpowiedź na pytanie „jak wykorzystać zróżnicowaną wiedzę członków zespołu do realizacji wspólnego celu?", a w odnalezieniu trafnych odpowiedzi mogą być pomocne modele. Wirtualne zarządzanie należy identyfikować z metodami kreowania zespołów wirtualnych i pobudzania indywidualnej przedsiębiorczości, a także z telepracą, efektywnym kierowaniem specjalistami, zapewnieniem ciągłego uczenia się i przekształceniem się zespołu w organizację, która umie zarządzać wiedzą. Wydaje się, że tak zdefiniowany proces PSI oraz klatka wiedzy zespołu projektowego warte są

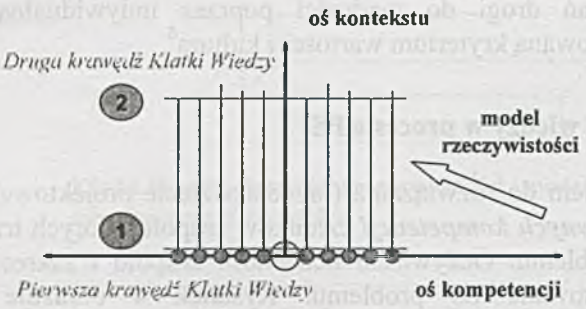
dalszych poszukiwań drogi do mądrości poprzez indywidualną i grupową kreatywność motywowaną kryterium wartości i kulturą[6].

2. Anatomia klatki wiedzy w procesie PSI

Każdy problem do rozwiązania (przedsięwzięcie projektowe) wiąże się z jedną lub grupą ***głównych kompetencji*** członków zespołu, których trzeba powołać do rozwiązania problemu. Oczywiście liczebność zespołu i zakres kompetencji muszą być dostosowane do problemu. Rysunek 4 obrazuje zestawienie kompetencji specjalistów powołanych do rozwiązania problemu (10 specjalistów o kompetencjach głównych i dodatkowych). Gestor procesu informacyjnego decyduje o konkretnym zespole, a więc od początku w sposób subiektywny uzależnia i ogranicza przebieg całego procesu PSI (w kontekście pozytywnym lub negatywnym). Na rysunku 4 przedstawiona jest ***oś kompetencji*** stanowiąca pierwszą krawędź klatki wiedzy, na której posadowiony jest bazowy wektor kompetencji oraz ***oś kontekstu*** w centrum kompetencji głównych w relacji do problemu. W wyniku wstępnej analizy problemu w zależności od kontekstu powstaje płaszczyzna, którą można nazwać bazowym modelem rzeczywistości. Model rzeczywistości (krawędzie 1 i 2) jest rezultatem pracy i wiedzy grupowej w zakresie reprezentowanych specjalności zawodowych.

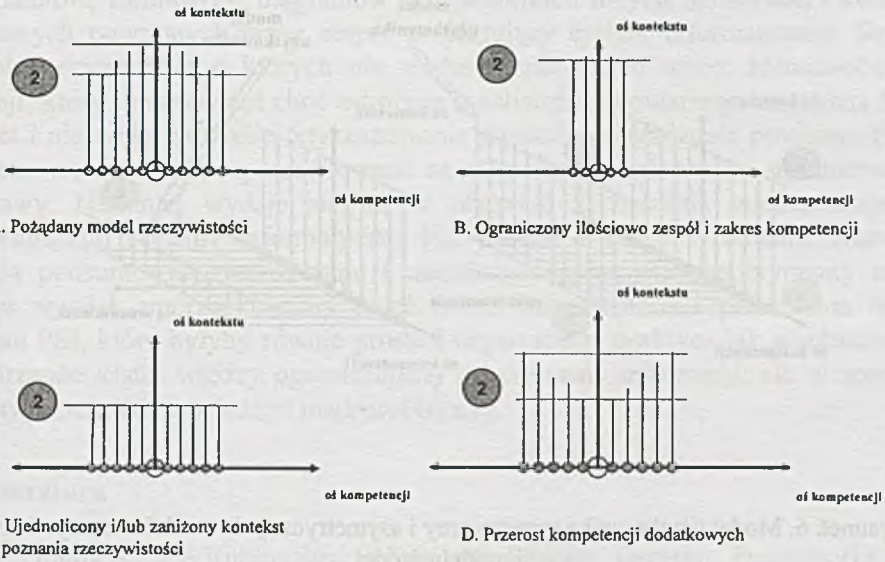
---

[6] J. Sala, H. Tańska, Conditions For Information Systems' Analysis and Development, [w:] B.Kubiak, A.Korowicki, Information Management, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2005



Rysunek 4. Bazowy model rzeczywistości
Źródło: opracowanie własne

Poziom kontekstu wyznaczony jest przez poszczególnych członków i cały zespół oraz uzależniony jest od czasu, a także od stosowanych metod, technik i narzędzi (tzw. warsztatu, który stanowi drugą krawędź klatki wiedzy). Brak wspólnego warsztatu dla całego zespołu może doprowadzić do zafałszowania obrazu rzeczywistości, braku spójności i symetrii, do luki informacyjnej i śmieci informacyjnych. Na rysunku 5 zebrane zostały przypadki stanowiące podstawę do zbudowania symetrycznego modelu rzeczywistości niezbędnego do rozwiązania problemu. W wyniku mamy model pożądany (rys.5. A), model bazujący na głównych kompetencjach (rys.5. B), model o ujednoliconym (i/lub zaniżonym) kontekście (rys.5. C), model o przeroście kontekstu kompetencji dodatkowych (rys.5. D).



A. Pożądany model rzeczywistości

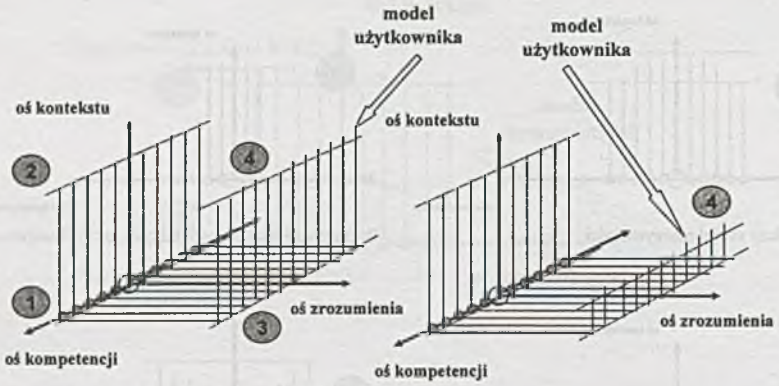
B. Ograniczony ilościowo zespół i zakres kompetencji

C. Ujednolicony i/lub zaniżony kontekst poznania rzeczywistości

D. Przerost kompetencji dodatkowych

Rysunek 5. Przypadki symetrii modelu rzeczywistości wg kontekstu i kompetencji
Źródło: opracowanie własne

Trzeci wymiar klatki wiedzy stanowi ***oś zrozumienia***, co obrazuje rysunek 6. Analiza wstępna pozwala zbudować na osi zrozumienia podstawę dotyczącą potencjalnych źródeł danych (krawędzie 1 i 3). Za zbudowanie tego fundamentu odpowiada zespół, dla którego istotne jest silne wsparcie użytkownika (zarówno pracującego w zespole, jak i na zewnątrz). Dzięki użytkownikowi można wytyczyć (określić, wyznaczyć) poziom zrozumienia źródeł danych przez użytkownika. Poziom ten może ograniczać pracę zespołu lub ją istotnie poszerzać. Ostatecznie uzyskuje się kolejną (trzecią) krawędź klatki wiedzy. Na trzeciej krawędzi zespół może budować model użytkownika (krawędzie 3 i 4). Model ten ma dwa wymiary jeden jest zgodny z wektorem kompetencji zespołu, a drugi z wektorem kontekstu. Odchylenia długości obu wektorów mogą stanowić zarówno szansę dla rozwiązywanego problemu, jak i jego zagrożenie. Krawędź czwarta klatki wiedzy to świadomość metodyczna, a w tym świadomość interdyscyplinarnej wiedzy grupowej.



Rysunek 6. Model użytkownika symetryczny i asymetryczny do modelu rzeczywistości i modelu źródeł
Źródło: opracowanie własne

Model metodyczny (metody, techniki i narzędzia) ograniczony jest krawędziami 2 i 4, które uzależnione są głównie od kontekstu modelu rzeczywistości i modelu użytkownika, ale także od zakresu zrozumienia modelu źródeł danych.

3. Podsumowanie

Najbardziej pilne i pełne niecierpliwości są poszukiwania i eksperymenty związane z grupową pracą i nauką na odległość (telepraca, organizacja wirtualna). W celu panowania nad efektywnością tworzenia zespołów rozproszonych w MSI (Management Strategies, Inc.) opracowano dwa współpracujące ze sobą modele: dopasowania (selekcja i ocena kandydatów) i dojrzewania (ocena struktury i wydajności zespołu)[7]. Niestety jest to tylko wierzchołek góry lodowej. Główne aspekty współpracy zespołu wirtualnego dotyczą określenia standardów dostępności do informacji oraz utworzenia wspólnego kontekstu wszystkich przesyłanych informacji. Oczywiście nie tylko w zespołach wirtualnych duże znaczenie ma repozytorium wiedzy zawierające wszystkie historyczne informacje dotyczące projektu. Taka baza wiedzy umożliwia korzystanie z repozytoriów,

[7] K. Frączkowski, T. Mechliński, Telepraca i zarządzanie wirtualne w projektach informatycznych, VIII Konferencja PLOUG, Kościelisko 2002, s. 264-265, www.ploug.org.pl 01.05.2006

dokumentów, formularzy, diagramów oraz wszelkich innych opracowań i kodów źródłowych tworzonych przez zespół projektujący system informatyczny. Są to obecnie oczywistości o których nie trzeba przekonywać nawet żółtodzioba w profesji, który doświadczył choć odrobinę możliwości popularnego narzędzia MS Project i nie widzi potrzeby fetyszyzowania aspektów zarządzania procesem PSI. Oznacza to, że daleko uporządkowane są elementarne założenia i ugruntowane podstawy. Niemniej wydaje się, że w obszarze zarządzania wiedzą zespołu projektującego systemy informatyczne jest jeszcze wiele do zrobienia. Autorki planują podsumować zrealizowane i zakończyć rozpoczęte eksperymenty oraz podjąć wysiłek uporządkowania pojęć (m.in. kompetencji) i poszukania miar procesu PSI, które byłyby równie proste i użyteczne w praktyce jak wyobrażenie przestrzenne klatki wiedzy ograniczającej generowanie informacji, ale w sposób zgodny z kierunkiem wiedzy i mądrości (rys.2).

4. Literatura

1. A.Goldberg, K.S.Rubin, Succeeding with Objects. Decision Frameworks for Project Management. Chapter 12. Select a Team Structure, Addison-Wesley Publishing Company, Inc, 1995
2. J. Oleński, Ekonomika informacji. Metody, PWE, Warszawa 2003
3. J. Sala, H. Tańska, Conditions For Information Systems' Analysis and Development, [w:] B.Kubiak, A.Korowicki, Information Management, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2005
4. J. Sala, H. Tańska, The cage of knowledge in process of information systems' development (w druku)
5. K. Frączkowski, J. Lapkiewicz, Zarządzanie wirtualne zasobami projektu informatycznego realizowanego w firmie o strukturze macierzowej, VII Konferencja PLOUG, Kościelisko 2001, www.ploug.org.pl 01.05.2006
6. K. Frączkowski, T. Mechliński, Telepraca i zarządzanie wirtualne w projektach informatycznych, VIII Konferencja PLOUG, Kościelisko 2002, www.ploug.org.pl 01.05.2006
7. P. Siemieński, G. Kulisiewicz, Zarządzanie projektami informatycznymi, Deloitte&Touche, Szczyrk 2001

dokumentów, formularzy, diagramów oraz wszelkich innych opracowań i kodów źródłowych tworzonych przez zespół projektujący system informatyczny. Są to obecnie rzeczywistości o których nie trzeba przekonywać nawet żółtodziobu w profesji, który doświadczył choć odrobinę możliwości popularnego zarządzania MS Project i nie widzi potrzeby fetyszyzowania aspektów zarządzania procesem PSI. Oznacza to, że dalekie uporządkowane są elementarne założenia i ugruntowane podstawy. Niemniej wydaje się, że w obszarze zarządzania wiedzą zespołu projektującego systemy informatyczne jest jeszcze wiele do zrobienia. Autorzy planują podsumowanie zrealizowanych i zakończyć rozpoczęte eksperymenty oraz podjąć wysiłek uporządkowania pojęć (przez konferencję) i poszukiwania miar procesu PSI, które byłyby równie proste i użyteczne w praktyce jak wyobrażenie przestrzenne klatki wiedzy ograniczającej gromadzenie informacji, ale w sposób zgodny z kierunkiem wiedzy i mądrości (tryb.).

4. Literatura

1. A.Goldberg, K.S.Rubin, Succeeding with Objects. Decision Frameworks for Project Management. Chapter 12. Select a Team Structure. Addison-Wesley Publishing Company, Inc. 1995
2. J.Oleński, Ekonomika informacji. Metody. PWE, Warszawa 2003
3. J. Sala, H. Tańska, Conditions for Information Systems Analysis and Development (w) J. Kulczak, A.Kozowska, Informatyka Management. Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2005
4. J. Sala, H. Tańska, The cage of knowledge in process of information systems' development (w druku)
5. K. Frączkowski, J. Łapkiewicz, Zarządzanie wirtualne zasobami projektu informatycznego realizowanego w formie o strukturze macierzowej. VII Konferencja PLOUG, Kościelisko 2001, www.ploug.org.pl 01.05.2006
6. K. Frączkowski, T. Mechliński, Telemasz a zarządzanie wirtualne w projektach informatycznych. VIII Konferencja PLOUG, Kościelisko 2002, www.ploug.org.pl 01.05.2006
7. P. Siemieński, G. Kulisiewicz, Zarządzanie projektami informatycznymi. Delaitte & Touche, Szczyrk 2001

ROZDZIAŁ VII

ZALEŻNOŚĆ MIĘDZY POZIOMEM RYZYKA I EFEKTYWNOŚCIĄ PROJEKTU INFORMATYCZNEGO

Joanna BRYNDZA

Wstęp

Ryzyko projektu informatycznego ma istotne znaczenie dla jego efektywności. Zależność jest tutaj oczywista: im większy poziom ryzyka, tym mniejsze prawdopodobieństwo sukcesu przedsięwzięcia. Ryzyko jest nieodłącznym elementem projektów, także informatycznych. W dużej mierze zarządzanie projektem powinno oznaczać zarządzanie ryzykiem, jakie się z nim wiąże. W procesie zarządzania ryzykiem projektu niezbędne jest utworzenie i ciągłe uaktualnianie listy potencjalnych ryzyk [3]. W związku z tym zarówno identyfikacja, jak i ocena, czy zapobieganie będą fazami powtarzającymi się w procesie. Każde z potencjalnych, zidentyfikowanych ryzyk powinno zostać poddane ocenie ze względu na prawdopodobieństwo jego wystąpienia, a także na koszty, jakie może generować. Celem artykułu jest zaprezentowanie procesu zarządzania ryzykiem projektu informatycznego oraz przedstawienie metod wykorzystywanych do oceny ryzyka, a także wskazanie wpływu ryzyka na efektywność przedsięwzięcia.

1. Proces zarządzania ryzykiem projektu

Ocena ryzyka związanego z realizacją projektu informatycznego, jest tylko jednym z elementów procesu, jakim jest zarządzanie ryzykiem projektu. W zależności od koncepcji zarządzania ryzykiem wymieniane są różne jego fazy. W tabeli 1 przedstawiono zestawienie etapów procesu zarządzania ryzykiem, według wybranych koncepcji. W każdej z nich wyodrębniono nieco inne fazy, przy czym należy tu zwrócić uwagę, że wszystkie zawierają etapy związane z określeniem zakresu, czy identyfikacją oraz z oceną (w jednej z koncepcji jest to analiza) występujących w projektach ryzyk.

W zasadzie ilość i rodzaj wymienionych w poszczególnych koncepcjach faz zależy od ich definicji. Gdyby zanalizować, jakie czynności są podejmowane w ramach poszczególnych etapów, zauważyć można, że różnice w ramach całego procesu są niewielkie.

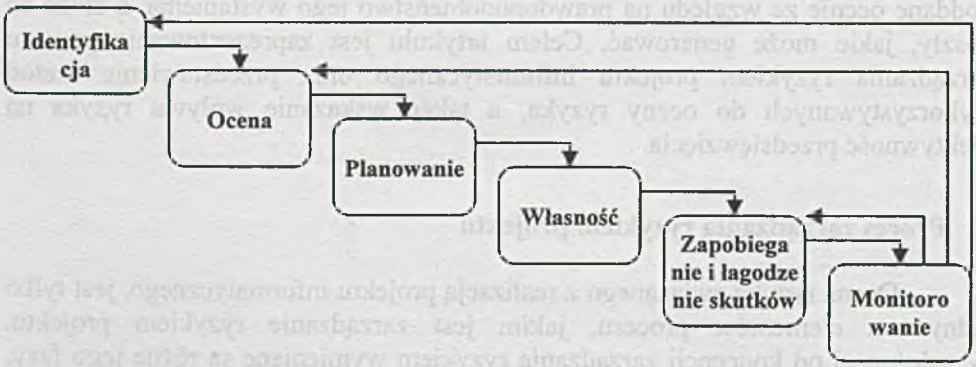
Tablica 1 Fazy procesu zarządzania ryzykiem projektu

APM	UK MoD	SCERT	Szyjewski	Prince2
Zdefiniować	Inicjacja	*Zakres*		

Zogniskować				
Zidentyfikować	*Identyfikacja*		*Identyfikacja*	*Identyfikowanie*
Strukturalizować	*Analiza*	Struktura		
Własność		Parametr		
Estymować		*Manipulacja i interpretacja*		*Ocena*
Ocenić			*Ocena*	Właściciele
Planować	Planowanie		Zapobieganie	Reakcja
Zarządzać	Zarządzanie		Monitorowanie	Zarządzanie

Źródło: opracowanie własne na podstawie [6], [2], [1].

W niniejszym opracowaniu Autorka przyjęła model procesu zarządzania ryzykiem w projektach informatycznych przedstawiony na rysunku 1.



Rys. 1 Model zarządzania ryzykiem w projektach informatycznych
Źródło: opracowanie własne

Identyfikacja jest tym elementem procesu zarządzania ryzykiem, którego celem jest określenie istotnych rodzajów ryzyka [5]. Są to potencjalne ryzyka, których wystąpienie będzie miało wpływ na koszty związane z realizacją projektu. Identyfikacja jest tym etapem, w którym następuje utworzenie listy wszystkich potencjalnych zagrożeń, czyli zdarzeń, których wystąpienie będzie miało niekorzystny wpływ na przebieg całego projektu. W fazie identyfikacji szczególnie istotne jest wykrycie tych ryzyk, które mają kluczowe znaczenie dla realizacji przedsięwzięcia. Technikami stosowanymi w identyfikacji są [5]:

- przegląd dokumentacji;
- techniki gromadzenia informacji, w tym:
  - ankiety eksperckie;

- porównanie analogii;
- technika delficka;
- burza mózgów;
- metoda Crawforda;
- analiza SWOT;

- listy kontrolne;
- techniki diagramowe.

W fazie identyfikacji ma także miejsce usystematyzowanie listy poszczególnych ryzyk ze względu na ich rodzaj. Zidentyfikowane w tej fazie niekorzystne zdarzenie poddane są następnie badaniu w etapie oceny ryzyka.

Ocena ryzyka polega na analizie niekorzystnych zdarzeń, prawdopodobieństwa, z jakim wystąpią, oraz kosztów, jakie wygenerują, a także na badaniu ich wpływu na ryzyko całego projektu. Efektem oceny powinno być określenie łącznego ryzyka projektu. Pomiar ryzyka „pozwala ustalić szansę osiągnięcia celów projektu, określić poziom rezerw, zweryfikować poziomy docelowe wynikające z potrójnego ograniczenia i przeprowadzić szczegółową analizę typu „*co-jeśli*" [5].

Techniki stosowane do oceny poziomu ryzyka są omówione w dalszej części artykułu.

W następnej fazie – **planowania**, następuje określenie działań, jakie powinny być podejmowane w przypadku zajścia niekorzystnych zdarzeń, szczególnie tych, które zostały ocenione jako te, które mają duży wpływ na ryzyko całego projektu, oraz wcześniej, aby im zapobiegać.

Własność jest dalszym etapem, w którym powinna nastąpić alokacja odpowiedzialności związanej za śledzenie określonego rodzaju ryzyk.

Kolejnym etapem procesu zarządzania ryzykiem projektu jest **zapobieganie i łagodzenie skutków**, czyli podejmowanie kroków mających na celu wyeliminowanie, bądź zmniejszenie prawdopodobieństwa wystąpienia określonych zdarzeń, a w razie ich wystąpienia – kroków w celu minimalizacji ich niekorzystnych skutków. Podstawą są tu efekty etapu planowania.

Ostatnią jest faza **monitorowania**, polegająca na śledzeniu i wykrywaniu zaistnienia nowych ryzyk, bądź zmiany w zdarzeniach wcześniej zidentyfikowanych.

Ciągłe monitorowanie pozwala przede wszystkim na wczesne ostrzeganie w przypadku dostrzeżenia symptomów określonego ryzyka. Może również wpłynąć na powstanie potrzeby powtórnej identyfikacji, a w przypadku jej wystąpienia – na konieczność realizacji także następnych faz zarządzania ryzykiem w projekcie. Mogą mieć także miejsce niekorzystne zdarzenia, wcześniej zidentyfikowane, powodujące określone zmiany w poziomie ryzyka i wywołujące konieczność powtórnej jego oceny. Powtarzalność procesów wpływa na zwiększenie bezpieczeństwa związanego z projektem informatycznym, poprzez ciągłe uzupełnianie listy ryzyk, a także ustalanie ich wpływu na realizację, a co za tym idzie – koszty projektu.

2. Metody oceny ryzyka projektów informatycznych

Pierwszym etapem oceny ryzyka związanego z projektem informatycznym jest ustalenie jego poziomu dla każdego ze zidentyfikowanych niekorzystnych zdarzeń. Można się do tego posłużyć kosztowym modelem szacowania ryzyka [6]:

$$S = p * K$$

gdzie:
S – wartość potencjalnych strat (poziom ryzyka),
p – prawdopodobieństwo wystąpienia zdarzenia,
K – koszty związane z wystąpieniem zdarzenia.

Takie podejście do szacowania poziomu ryzyka może być w uproszczony sposób zobrazowane za pomocą macierzy [6], w której określonym poziomom prawdopodobieństwa wystąpienia niekorzystnego zdarzenia i stratom spowodowanym jego zajściem przypisano odpowiednie wartości ryzyka (tabela 2). Przykładowa skala, jaka została tutaj zastosowana może być w miarę potrzeb zmieniana, tak jak i przypisane odpowiednim poziomom prawdopodobieństwa oraz strat wartości liczbowe (tutaj od 1 do 3). Taki sposób miary poziomu ryzyka przypisanego do określonego zdarzenia ma jednak tę zaletę, że może być zastosowane w ilościowych metodach pomiaru łącznego ryzyka dla całego projektu.

Tablica 2. Macierz oceny poziomu ryzyka pojedynczego zdarzenia

		Straty spowodowane wystąpieniem		
		niskie	średnie	wysokie
Prawdopodobieństwo wystąpienia	wysokie	3	6	9
	średnie	2	4	6
	niskie	1	2	3

Źródło: opracowanie własne.

Ważnym etapem oceny ryzyka projektu jest ustalenie wpływu poszczególnych niekorzystnych zdarzeń na poziom łącznego ryzyka. Ważne są

także relacje między potencjalnymi zdarzeniami określonymi jako ryzykowne. Ocena poszczególnych niekorzystnych zdarzeń i relacji między nimi jest podstawą do szacowania ryzyka projektu jako całości.

Wśród metod oceny ryzyka projektów Pritchard wymienia m.in. [5]:

- ankiety eksperckie,
- analizę drzew decyzyjnych,
- technikę PERT
- symulacje.

Z kolei Szyjewski [6] podaje metody oceny łącznego ryzyka projektów informatycznych:

- analizy sieciowe,
- drzewa zdarzeń,
- listy kontrolne,
- metody punktowe,
- metody eksperckie.

W artykule zostaną omówione najczęściej powtarzające się w literaturze: ankiety eksperckie, drzewa zdarzeń, analizy sieciowe oraz metody punktowe.

Ankiety eksperckie to technika, która może być wykorzystywana, obok fazy oceny, także na innych etapach procesu zarządzania ryzykiem, min. w fazie identyfikacji. W wyniku ankiet można podczas oceny uzyskiwać informacje dotyczące na przykład:

- poziomu ryzyka związanego z zajściem poszczególnych zdarzeń określonych jako ryzykowne,
- relacji między określonymi zdarzeniami,
- wpływu poszczególnych ryzyk na projekt jako całość itp.

Ankiety eksperckie pozwalają na uzyskanie różnorodnych informacji, a ich zakres zależy przede wszystkim od potrzeb i umiejętności ankietującego oraz wiedzy ekspertów, a także ich chęci podzielenia się nią [5].

Drzewa zdarzeń pozwalają na ocenę skutków decyzji związanych z wystąpieniem określonych zdarzeń. Określa się tu możliwe rezultaty oraz prawdopodobieństwo ich wystąpienia. Poszczególne rezultaty z oszacowanym prawdopodobieństwem generują odpowiedni stan projektu. Znając stan projektu można ocenić straty oraz szanse ich wystąpienia. Oszacowane straty związane z wystąpieniem określonych zdarzeń i ich rezultatów pozwalają pomagają w podejmowaniu odpowiednich, najlepszych w danej sytuacji, decyzji.

Podczas analiz sieciowych, dokonywanych na podstawie sieci CPM lub PERT szczególnej ocenie poddawane są zadania leżące na ścieżce krytycznej [6]. Wpływ niekorzystnych zdarzeń związanych z zadaniami na ścieżce krytycznej na ryzyko projektu jest niewątpliwie dużo większy niż w przypadku innych zadań.

Szczególnie istotne w analizie sieciowej jest badanie relacji między poszczególnymi zadaniami i możliwość wpłynięcia ryzyk związanych z określonym zadaniem na inne zadania w sieci.

W wyniku analiz sieciowych otrzymujemy, w zależności od badanego przekroju [6], listę najbardziej zagrożonych miejsc na istniejącej ścieżce krytycznej dla przekroju zadaniowego oraz miejsca zwiększonego zapotrzebowania na zasoby

dla przekroju zasobowego. Efektem analizy powinno być także wskazanie nowych ścieżek krytycznych w przypadku wystąpienia zjawisk niekorzystnych oraz przedstawienie efektów takich zmian.

Metody punktowe pozwalają na uzyskanie miary ryzyka projektu wyrażonej w liczbie. Sposób otrzymywania takiej syntetycznej oceny polega na ogół na wyliczeniu sumy ważonej poszczególnych ryzyk [4]. Przy czym różne są metody zarówno określania ryzyka pojedynczego zdarzenia jak i jego wpływu na ryzyko łączne projektu.

3. Wpływ ryzyka projektu informatycznego na jego efektywność

Ocena jest obok identyfikacji potencjalnych zagrożeń najtrudniejszym etapem procesu zarządzania ryzykiem projektów informatycznych. Wiąże się to przede wszystkim z trudnościami w określeniu wagi poszczególnych rodzajów ryzyk, prawdopodobieństwa wystąpienia niekorzystnych zdarzeń, a także, w przypadku na przykład metody punktowej, z koniecznością nadania czynnikom jakościowym ocen liczbowych. Ocena nie powinna bowiem ograniczać się tylko do analizy czynników o charakterze ilościowym, ponieważ w przypadku projektów informatycznych czynniki jakościowe mają szczególnie istotne znaczenie, a ich pominięcie wiąże się z szacowaniem ryzyka na podstawie niekompletnych danych, a co za tym idzie – otrzymaniem nieprawdziwych wyników. Wielość metod oceny ryzyka projektu informatycznego pozwala na dobór najbardziej odpowiedniej i na podstawie uzyskanych wyników na podjęcie środków zmierzających do wyeliminowania bądź zmniejszenia negatywnych skutków zdarzeń zwiększających ryzyko projektu.

Zależność między nadmiernym poziomem ryzyka projektu, a jego efektywnością jest bezsporna. Konieczne jest niewątpliwie eliminowanie ryzyk uniemożliwiających ukończenie projektu, krytycznych dla jego powodzenia. Całkowita redukcja ryzyka projektu jest jednak niemożliwa, należy więc określić, jaki jego poziom jest dopuszczalny. To, jaki jest dopuszczalny poziom ryzyka projektu informatycznego zależy od charakteru przedsięwzięcia. Określenie akceptowalnego poziomu ryzyka ma istotne znaczenie dla jego efektywności, pozwala bowiem na taką redukcję ryzyka, która zapewnia sukces przedsięwzięcia, bez zbytniego generowania kosztów. Należy bowiem pamiętać o tym, że tak jak i niedostateczna, także nadmierna redukcja poziomu ryzyka projektu może mieć negatywny wpływ na efekty, poprzez znaczne zwiększenie kosztów przedsięwzięcia. Frączkowski przedstawia następującą metodę, która pozwala obliczyć wpływ redukcji ryzyka [4]:

$$RRL = \frac{RVb - RVa}{RRC}$$

gdzie:
RVb – faktyczna wartość ryzyka,
RVa – oczekiwana wartość ryzyka po akcji redukcji ryzyka,
RRC – koszt redukcji ryzyka.

Na podstawie tej metody możliwe jest oszacowanie kosztów wynikających z redukcji ryzyka.

Konieczne jest dążenie do jak najdokładniejszego oszacowania poziomu ryzyka projektu tak, aby można było zaplanować skuteczne sposoby zapobiegania bądź łagodzenia skutków wystąpienia niekorzystnych zdarzeń. Dla powodzenia przedsięwzięcia konieczne może się okazać wyeliminowanie określonych ryzyk, bądź ich ograniczenie. Redukcja poziomu ryzyka od pewnego momentu może jednak znacząco zmniejszać efektywność projektu.

Powinno się więc zarządzać ryzykiem w taki sposób, aby utrzymać odpowiedni stopień gwarancji odnośnie sukcesu przedsięwzięcia [4].

Literatura

1. Bradley K., *Podstawy metodyki PRINCE2*, Centrum Rozwiązań Menedżerskich, Warszawa 2003.
2. Chapman C., Ward S., *Project risk management. Processes, Techniques and Insights*, Wiley, Chichester 1997.
3. DeMarco T., *Zdążyć przed terminem. Opowieść o zarządzaniu projektami*, Studio Emka, Warszawa 2002.
4. Frączkowski K., *Zarządzanie projektem informatycznym*, Politechnika Wrocławska, Wrocław 2003.
5. Pritchard C. L., *Zarządzanie ryzykiem w projektach. Teoria i praktyka*, WIG-PRESS, Warszawa 2002.
6. Szyjewski Z., *Metodyki zarządzania projektami informatycznymi*, Placet, Warszawa 2004.

ROZDZIAŁ VIII

SYSTEM EFEKTYWNEGO UDOSTĘPNIANIA WIEDZY O MOCNO ZRÓŻNICOWANYM CHARAKTERZE

Marek VALENTA, Leszek SIWIK

1 Wstęp

Istotnym utrudnieniem dla twórców współczesnych systemów bazodanowych jest najczęściej nie tyle ilość przechowywanych w nich danych ile ich zróżnicowany charakter (konieczność przechowywania danych na temat obiektów które w rzeczywistości opisywane są nie tylko przez dane alfanumeryczne (dane liczbowe, łańcuchy znakowe etc ale także przez dane „multimedialne" – tj. pliki dźwiękowe, pliki graficzne, etc). Mimo, iż efektywne przechowywanie a zwłaszcza „wyszukiwanie" informacji w tego typu zbiorach danych może stanowić problem – nie trudno wskazać dziedziny życia (takie jak medycyna w której poza danymi tekstowymi opisującymi stan pacjenta lekarz powinien mieć dostęp także do zapisu badań którym poddawany był pacjent co np. w przypadku diagnostyki obrazowej, czy też monitorowania zabiegów którym poddawany był pacjent wymaga dołączenia do dokumentacji medycznej zdjęć, obrazów video etc) w których do pełnego opisu rzeczywistości konieczne jest zgromadzenie danych o bardzo zróżnicowanym charakterze. Z tego typu problemami borykają się także twórcy systemów określanych jako Geographic Information Systems (GIS) – gdzie opisanie zjawisk zachodzących w przyrodzie nierozłącznie wiąże się z umiejscowieniem tychże zjawisk czy obiektów, na mapach, szkicach, planach czy fotografiach.

W zarządzaniu, przez służby administracji państwowej i samorządowej, wieloma sferami działalności koniecznym jest znajomość zagrożeń definiowanych przez specjalistów jako tzw. zagrożenia geodynamiczne. Dla znajomości tych zagrożeń wymagane jest ich wcześniejsze zinwentaryzowanie i udokumentowanie w sposób pozwalający na szerokie udostępnienie tej wiedzy. Badania i prace prowadzone na zlecenie Ministerstwa Środowiska przez kilka zespołów badawczych z Akademii Górniczo-Hutniczej doprowadziły do ustalenia zakresu i sposobu inwentaryzacji, a także zinwentaryzowania wielu istotnych zagrożeń w tym zakresie. Pozostał jednak problem ich udokumentowania w postaci umożliwiającej bardzo szerokie udostępnienie wyników prac inwentaryzacyjnych. I w tym zakresie szczególną rolę odegrał zaprojektowany, zaimplementowany i wdrożony **Komputerowy system ewidencji zagrożeń geodynamicznych** zrealizowany w Katedrze Informatyki AGH, a obecnie udostępniany pod adresem: www.geozagrozenia.agh.edu.pl[1].

[1] Testowa wersja systemu dostępna na serwerze Uczelnianego Centrum Informatyki AGH.

Ze względu na studialny charakter prowadzonych badań, tak w części dotyczącej szczegółowości wymaganych opisów zjawisk różnych zagrożeń geodynamicznych jak i zakresu terytorialnego badań inwentaryzacyjnych, prezentowane w systemie wyniki badań musiały mieć bardzo zróżnicowany charakter, co jak wspomniano w znaczący sposób utrudniało zaprojektowanie efektywnego i wygodnego w użyciu systemu. Doświadczenia zdobyte przez twórców systemu podczas budowy pierwszego użytkowego prototypu systemu opartego o narzędzia opensource oraz zebrane i potwierdzone przy tej okazji informacje na temat rzeczywistych potrzeb użytkowników pozwoliły w ostatecznym rozrachunku na sformułowanie założeń związanych z budową ostatecznej wersji użytkowej tego systemu a także na świadomy wybór takich technologii dedykowanych systemom GIS które pozwalały na rozwiązanie wszystkich problemów na które natrafiono podczas budowy prototypu systemu.

2 Zakres przechowywanych danych oraz struktura systemu – ogólne spojrzenie

Zakres informacji przechowywanej w utworzonym systemie pośrednio wyznaczył temat prac realizacyjnych całego projektu badawczego [2], który w szczególności skoncentrował się na inwentaryzacji wybranych zjawisk geodynamicznych ze szczególnym uwzględnieniem osuwisk. Generalnym założeniem systemu było szerokie udostępnianie wyników tych badań uwzględniając konieczność realizacji tego zadania w sposób pozwalający na łatwy dostęp do zgromadzonych danych bardzo szerokiej rzeszy przyszłych użytkowników. Uwzględniając ich rozproszenie terytorialne, stało się oczywiste, że muszą to być użytkownicy sieci Internet. Ponieważ wśród potencjalnych użytkowników systemu przewidywać należy tak środowisko akademickie wykorzystujące te dane do dalszych badań, jak i bardzo szerokie grono praktyków wykorzystujących udostępniane dane dla realizacji celów praktycznych związanych z podejmowaniem decyzji mających silny związek z ewidencjonowanymi zagrożeniami, autorzy systemu nadali mu charakter portalu internetowego, a mając na uwadze jego monotematyczność można by mówić o *wortalu zagrożeń geologicznych*.

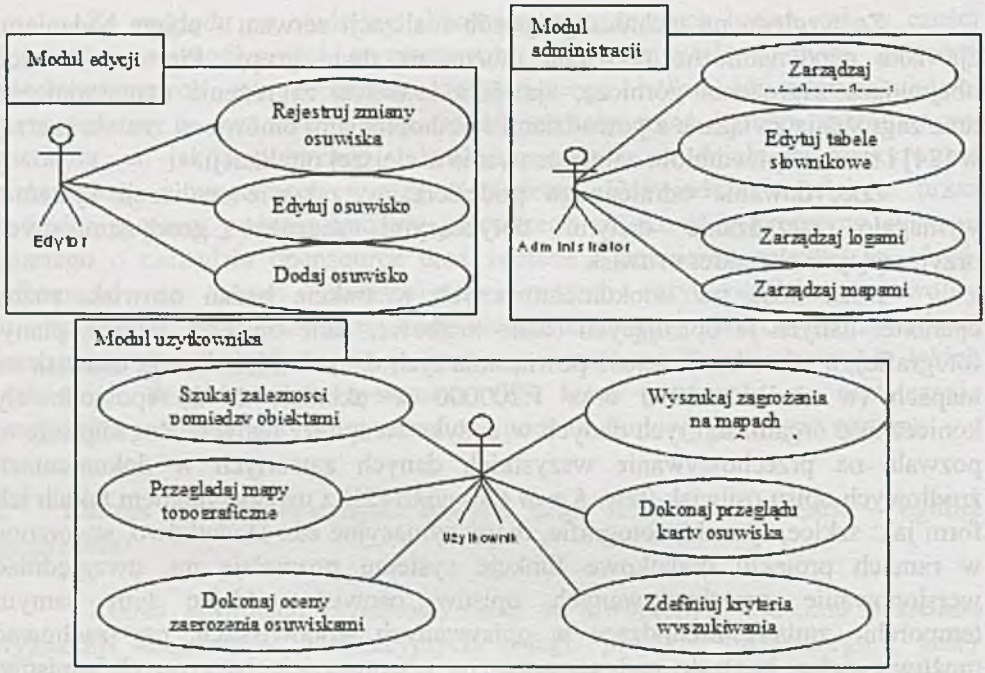
Objęte badaniami zagrożenia geologiczne, a w konsekwencji zagrożenia prezentowane w ramach wortalu *Geo-zagrożenia* dotyczą: szkód górniczych, zagrożeń będących wynikiem procesów krasowych, przejawów neotektoniki, powodzi i podtopień oraz szczególnie licznie prezentowane w systemie zagrożenia przyjmujące postać osuwisk. Ogólną strukturę informacyjną systemu *Geo-zagrożenia* oraz charakter danych i wiedzy gromadzonych w ramach tego serwisu przedstawiono w [24].

[2] Rejestracja i inwentaryzacja naturalnych zagrożeń geologicznych na terenie całego kraju – ze szczególnym uwzględnieniem osuwisk oraz innych zjawisk geodynamicznych, projekt badawczy realizowany na zlecenie Ministerstwa Środowiska przez AGH, kierownik projektu M. Lemberger.

Ze względu na techniczny sposób realizacji serwisu - objęte badaniami zjawiska geodynamiczne podzielić można na dwie grupy. Pierwsza z nich obejmująca zagrożenia górnicze, zjawiska krasowe, zagrożenia neotektoniczne oraz zagrożenia związane z powodziami i podtopieniami omówiona została szerzej w [24] i stanowi przedmiotu zainteresowania niniejszej publikacji.

Zdecydowanie odmiennego podejścia, w zakresie realizacji systemu, wymagało zarządzanie danymi dotyczącymi zagrożeń geodynamicznych przyjmujących charakter osuwisk.

Duża ilość już udokumentowanych w trakcie badań osuwisk, różny charakter danych je opisujących (dane liczbowe, dane opisowe, szkice, plany, fotografie), a także konieczność powiązania tych danych z lokalizacją osuwisk na mapach (w skali 1:25000 oraz 1:200000 w układzie 1942) spowodowały konieczność organizacji tych danych w dedykowaną bazę danych. Rozwiązanie to pozwala na przechowywanie wszystkich danych zawartych w dokumentach źródłowych opisu osuwisk (tzw. *Karta Osuwiska* [2]*)* z uwzględnieniem takich ich form jak: szkice, rysunki, fotografie, mapy sytuacyjne etc. Dodatkowo, stworzone w ramach projektu dodatkowe funkcje systemu pozwalają np. uwzględniać wersjonowanie przechowywanych opisów osuwisk oddając tym samym temporalne zmiany zachodzące w opisywanych środowiskach, czy zachować możliwie pełną kontrolę nad semantyczną poprawnością tworzonych zapisów, gwarantującą wysoki poziom wiarygodności systemu. Poniżej na Rys.2 zaprezentowano głównych aktorów systemu, podstawowe moduły (opisujące także w sposób poglądowy strukturę systemu a także przykładowe przypadki użycia poszczególnych podsystemów).



Rys. 2. Główni aktorzy, moduły oraz przypadki użycia systemu – ogólne spojrzenie

3 Warstwy systemu i wymagania stawiane poszczególnym warstwom

Wymagania funkcjonalne stawiane tworzonemu systemowi prezentować można i należy z punktu widzenia trzech najważniejszych aktorów systemu – użytkownika końcowego, edytora oraz administratora. Naturalnym staje się więc także podział systemu na moduły realizujące zadania charakterystyczne dla poszczególnych aktorów. Zanim jednak przedstawione zostaną wymagania funkcjonalne istotne z punktu widzenia poszczególnych aktorów poniżej zestawione zostały wymagania stawiane systemowi jako całości. I tak, podstawowe wymagania (funkcjonalne i niefunkcjonalne) stawiane systemowi jako całości to:

- Centralizacja przechowywanych danych (umożliwienie dostępu w sposób zdalny do ogólnodostępnej, centralnej bazy danych zawierającej wszystkie informacje geologiczne dotyczące osuwisk; możliwość korzystania z jej zasobów przez wielu użytkowników w tej samej chwili; dostęp do danych oraz wprowadzanie zmian widoczne w czasie rzeczywistym; prezentacja wszelkich danych graficznych w czasie rzeczywistym; zmniejszenie do minimum formalności związanych z dostępem do obiektów bazowych).
- Zaawansowana wizualizacja danych.
- Niezawodność.
- Uniwersalność (pełna niezależność użytkownika końcowego od sprzętu czy systemu operacyjnego).

- Zwiększenie jakości przechowywanych danych geologicznych (mechanizmy walidacji wprowadzanych danych, interaktywna pomoc).

Z kolei wymagania stawiane systemowi z punku widzenia poszczególnych aktorów – a zatem wymagania stawiane poszczególnym modułom odpowiedzialnym za realizację zadań związanych z poszczególnymi aktorami zdefiniować należy następująco:

Wymagania stawiane podsystemowi edycyjnemu:

- System do edycji powinien pozwalać na wprowadzanie danych o osuwiskach do bazy danych (na charakterystykę osuwiska składają się wszystkie cechy wymienione w Karcie Dokumentacji Osuwiska).
- System powinien zapewniać mechanizmy ochrony dostępu do dokumentów. Potrzebna jest autoryzacja użytkowników i kontrola uprawnień. Dokumenty chronione nie powinny być udostępniane użytkownikom nie posiadającym uprawnień.
- Użytkownicy powinni mieć dostępny panel, w którym mogą zmieniać swoje dane (np. hasło). W przypadku zapomnienia przez użytkownika hasła, może być ono wysłane do niego pocztą e-mailową.
- Dodawanie danych graficznych do osuwiska (plany, przekroje, fotografie) w systemie edycyjnym powinno umożliwiać wskazanie przez użytkownika dowolnego własnego (przygotowanego uprzednio w formie elektronicznej) pliku graficznego o dowolnej nazwie, który zapisany powinien zostać w repozytorium plików graficznych w bazie pod odpowiednią nazwą.
- System powinien umożliwiać sprawdzenie rozdzielczości wprowadzonych obrazów i informować użytkownika o danych odbiegających od ustalonego standardu. System jednak nie może zabronić wprowadzenia niestandardowych danych.
- Aktualizacja danych liczbowych o osuwisku polegać powinna na zapamiętaniu w bazie nowych wartości.
- Poważniejsze aktualizacje danych związanych np. z utworzeniem nowego opisu osuwiska powinny opierać się na przechowywaniu kolejnych wersji osuwiska, tzn., np. jeśli zmieni się położenie osuwiska na jednej z map, w bazie danych przechowywane powinny być dwa wpisy dla danego osuwiska. Z wersjami powinna być skojarzona data ostatniej modyfikacji i/lub nazwisko edytora dokonującego ostatnich zmian.
- System powinien być wyposażony w zaawansowany mechanizm walidacji wprowadzanych danych – co jest szczególnie istotne biorąc pod uwagę różnorodność danych opisujących inwentaryzowane obiekty geologiczne.
- Część edycyjna powinna umożliwiać także zapisanie częściowo wprowadzonego opisu osuwiska. Użytkownik (edytor) po ponownym zalogowaniu powinien zobaczyć, że są osuwiska, których

wprowadzania nie dokończył. Takie częściowo zapisane osuwiska nie powinny być dostępne w systemie prezentacyjnym.

Oczywiście omówiono tutaj najważniejsze wymagania stawiane tej części systemu. Z kolei (ważniejsze) wymagania stawiane (pod)systemowi prezentacyjnemu zdefiniować należy następująco:

- System prezentacji danych powinien umożliwiać przeglądanie osuwisk zawartych w bazie danych. Dostęp do niego nie powinien być chroniony poprzez jakiekolwiek systemy autoryzacji/autentykacji.
- Powinien być zaimplementowany mechanizm wyszukiwania interesujących użytkownika osuwisk w oparciu o złożone kryteria, np:
  - Wyszukiwanie tylko czynnych osuwisk;
  - Takich, które powodują zniszczenia;
  - Położonych wzdłuż wybranego traktu kolejowego/drogi;
  - Położonych na stokach o nachyleniu północnym o wybranym podłożu etc;
  - Inne.

System powinien następnie dynamicznie zmieniać zawartość mapy na podstawie zwróconych przez mechanizm wyszukiwania wyników.

- System powinien udostępniać użytkownikowi możliwość przeglądania map w celu sprawdzenia czy na danej mapie(arkuszu) są jakieś osuwiska lub pokazania gdzie one leżą.
- Prezentacji danych powinno towarzyszyć umiejscowienie przeglądanego osuwiska na skojarzonym z nim odpowiednim arkuszu mapy w układzie 1942 (układ geologiczny), oznaczenie na mapie osuwiska i podanie jego danych.
- Przeglądając dany fragment mapy użytkownik powinien mieć możliwość obejrzenia wszystkich osuwisk na terenie reprezentowanym przez mapę.
- System powinien umożliwiać wyszukiwanie osuwisk wyznaczonych przez podane zakresy danych.
- Prezentowane na ekranie mapy nie powinny być w większej rozdzielczości niż 100 dpi (zakładamy, że rozdzielczość ekranu to 94 dpi).
- System powinien umożliwiać skalowanie map (przybliżanie / oddalanie).
- System powinien umożliwiać centrowanie mapy w dowolnym punkcie.
- System powinien mieć możliwość wyświetlania na prezentowanych mapach danych z nimi związanych, w szczególności osuwisk, oraz danych liczbowych związanych z tymi osuwiskami
- System powinien pozwalać na uzyskanie danych o prezentowanych na mapach obiektach poprzez kliknięcie na nich.

- W systemie prezentacyjnym powinny być wykorzystane mapy przeglądowe oraz szczegółowe w układzie 1942.

Wreszcie wymagania stawiane systemowi administracyjnemu zdefiniować należy następująco:

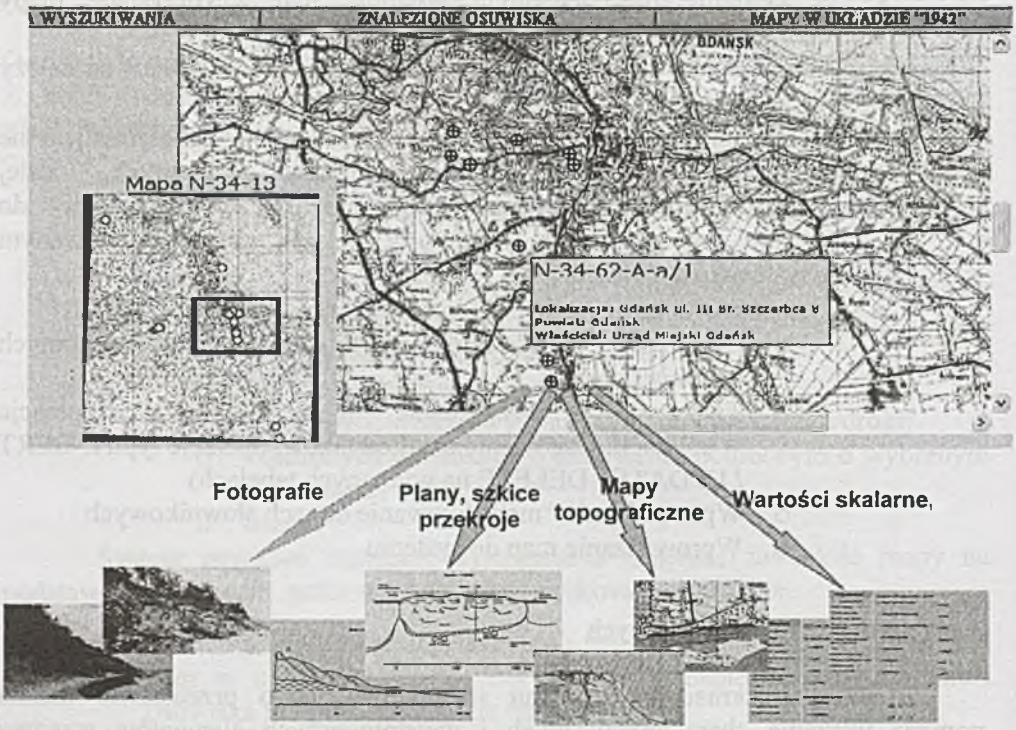
- System administracyjny powinien zawierać dane przeznaczone jedynie dla uprzywilejowanych użytkowników (zwanych dalej administratorami). Mechanizm logowania się użytkowników do systemu powinien być identyczny z tym zaimplementowanym w systemie edycyjnym.
- System powinien umożliwiać administratorom systemu:
  - Zakładanie kont dla innych użytkowników (edytorów, innych administratorów)
  - Tworzenie i przeglądanie logów śledzących operacje w aplikacji: (logowanie użytkowników, operacje typu INSERT / UPDATE / DELETE na wybranych tabelach)
  - Wprowadzanie / modyfikowanie danych słownikowych
  - Wprowadzanie map do systemu

3 Warstwa prezentacji danych

Zakres informacyjny systemu stosunkowo łatwo przedstawić można poprzez ukazanie charakterystycznych i najistotniejszych elementów warstwy prezentacyjnej systemu co zaprezentowane zostało w [2]. W tym miejscu autorzy pragną skoncentrować się na części systemu poświeconej zagrożeniom geodynamicznym przyjmującym charakter osuwisk

Wielkość i złożoność bazy danych osuwisk znalazła odbicie także w warstwie prezentacji danych dotyczących tej grupy zagrożeń. Warstwa ta, to praktycznie specjalizowany podsystem umożliwiający selektywny dostęp do danych o osuwiskach, tak w oparciu o wartości wybranych atrybutów ich opisu jak i ich szeroko rozumianą lokalizację w terenie (poprzez współrzędne położenia lub obraz lokalizacji na różnych typach map (różne układy współrzędnych, typy i skale map). Zaproponowana organizacja ewidencji danych o osuwiskach pozwala użytkownikom systemu nie tylko na efektywne, szybkie wyszukiwanie istotnych dla nich danych, ale i na ich prezentacje w postaci czytelnej i łatwej do dalszego przetwarzania (dane alfanumeryczne i graficzne – mapy, szkice fotografie etc.). W tej sytuacji naturalnym rozszerzeniem bazy danych o osuwiskach jest baza map pokrywających cały obszar Polski, na którym znajdują się osuwiska zarejestrowane w systemie. W systemie przechowywane są mapy skali: 1:200000 i 1:25000 przygotowane zgodnie z wymaganym przez zleceniodawcę układem 1942).

Na szczególną uwagę zasługuje funkcja prezentacji wyników pozwalająca otrzymać obraz rozmieszczenia wyszukanych osuwisk na mapach topograficznych wraz z możliwością podglądu ich charakterystycznych cech (Rys. 2).



Rys. 2. Obraz rozmieszczenia wyszukanych osuwisk na mapach topograficznych

Opisane funkcje użytkowe uzupełniają szerokie możliwości systemu w zakresie tworzenia dokumentacji tak poszczególnych osuwisk jak i zbioru osuwisk stanowiącego wynik wyszukiwania i to tak w zakresie danych alfanumerycznych jak i danych graficznych włącznie z mapami i lokalizacją na nich osuwisk.

4 Rozwiązania w zakresie technicznej realizacji systemu

Na sposób technicznej realizacji systemu opartej o narzędzia dedykowane systemom typu GIS istotny wpływ ma charakter potrzeb jego użytkowników a także doświadczenia zebrane podczas budowy pierwszego użytkowego prototypu systemu opartego o narzędzia OpenSource. W przypadku rozpatrywanego systemu, występują co najmniej dwie grupy użytkowników o zróżnicowanych potrzebach odnośnie zakresu danych i dysponujący różnymi środowiskami pracy (stacje klienckie i infrastruktura sieciowa). Jedną grupę stanowi szerokie grono praktyków wykorzystujących udostępniane dane dla realizacji celów praktycznych związanych z podejmowaniem decyzji mających silny związek z ewidencjonowanymi zagrożeniami, czyli przedstawiciele służb geologicznych, geodezyjnych, inspektorzy ochrony środowiska, specjaliści nadzoru budowlanego na wszystkich szczeblach administracji samorządowej i państwowej. Druga, mniej

liczna ale z różnych względów bardziej wymagająca grupa użytkowników, to przedstawiciele środowiska akademickiego wykorzystujący dane systemu do dalszych badań nad opisywanymi zjawiskami.

Całość pierwszej prototypowej wersji systemu, wspomagana dodatkowymi, autorskimi, powstałymi w ramach prac bibliotekami i narzędziami, zrealizowana została w oparciu o oprogramowanie *OpenSource* udostępniane na zasadach licencji *GPL*. Wybrane narzędzia realizacji systemu w tym przypadku to:

- Warstwa danych - system zarządzania bazami danych *PostgreSQL (v.8.0.6)* [15][16],
- Serwer aplikacji - *Apache (v 2.2.0)* [23],
- Warstwa logiki aplikacji - *PHP (v. 5.1.2)* [17][18] wzbogacone o bibliotekę *SQLm* (*SQL Manager*) odpowiedzialną za komunikację pomiędzy skryptami *PHP* a serwerem bazodanowym,
- Warstwa prezentacji – *HTML*, *Smarty* (*v.2.6.12*) [12][13], *JavaScript*, *Geshi* (*v.1.0.1*).

W przypadku grupy użytkowników związanych ze środowiskiem akademickim ze względu na bardziej wyrafinowane potrzeby tej grupy z jednej strony (potrzeba generowania zaawansowanych zestawień, raportów, analiz korelacyjnych etc.) oraz stosowaną przez niektórych producentów oprogramowania „komercyjnego" politykę nieodpłatnego udostępniania swoich produktów do zastosowań naukowo – dydaktycznych zaproponowano stworzenie zaawansowanej technologicznie wersji systemu *Geo-zagrożenia* opartej o środowiska dedykowane zadaniom wymagającym powiązania atrybutowych opisów obiektów z ich położeniem w przestrzeni – a więc do systemów typu GIS, które to systemy oferują – w stosunku do zaprezentowanej powyżej aplikacji zrealizowanej w oparciu o darmowe rozwiązania *OpenSource* - zwiększoną funkcjonalność, wydajność oraz znacznie szerszą gamę możliwości prezentacyjnych.

W szczególności na tym etapie prac zaproponowano zastosowanie dedykowanego narzędzia odpowiedzialnego za dynamiczne renderowanie map a także zastosowanie silnika bazodanowego, który posiadałby wbudowane mechanizmy pozwalające na prezentacje danych przestrzennych.

Przeprowadzony przegląd „serwerów map" doprowadził do wyselekcjonowania kilku narzędzi m.in. *ArcIMS*, *AspMap*, *Demis Web Map Serwer (WMS)*, *Autodesk MapGuide*, *MapServer*, *ALOV Map/TMJava*, *Oracle Application Server MapViewer*. Po dalszej analizie okazało się, iż w kontekście realizowanego zadania na szczególną uwagę zasługuje ostatni z wymienionych produktów a mianowicie *MapViewer* firmy *Oracle* (co w konsekwencji zdeterminowało dalszy wybór systemu zarządzania bazą danych).

MapViewer jest narzędziem do generowania obrazów na podstawie informacji przechowywanych w określonych tabelach bazy danych. Wykorzystuje się w tym celu typy danych dedykowane do przechowywania informacji przestrzennych (*Oracle Spatial, Oracle Locator*). *MapViewer* jest komponentem *Oracle Application Server*, jednakże dla poprawnego działania wymagany jest jedynie rdzeń tego serwera aplikacji.

Zasada działania systemu *MapViewer* nie odbiega od innych narzędzi tego typu i polega na tworzeniu obrazu z kilku różnych warstw składających się ostatecznie na jedną mapę. Na poszczególne warstwy mogą się na przykład składać wielokąty reprezentujące prezentowany obszar, linie oznaczające drogi oraz punkty wraz z polami tekstowymi opisujące np. miasta. Z punktu widzenia systemu *Geo-zagrożenia* oferowaną przez aplikację *MapViewer* funkcjonalnością która szczególnie zwróciła uwagę autorów systemu była możliwość tworzenia warstw w oparciu o rastrowe obrazy map. Dzięki temu możliwe było łączenie takich map w jedną spójną całość i prezentowanie na nich konkretnych zagrożeń geodynamicznych (w tym przypadku - osuwisk).

Dane z każdej z warstw są przechowywane przez *MapViewer'a* w osobnej tabeli dzięki czemu dostęp do nich przez osobę zarządzającą jest przejrzysty. Informacje o wszystkich warstwach, jak również o ikonach lub obrazach wykorzystywanych na mapach, są zebrane w kilku, ściśle określonych tabelach istniejących w bazie na potrzeby *MapViewer'a*. W celu łatwego zarządzania warstwami producent udostępnia dodatkowe narzędzie zwane *Map Definition Tool*. Upraszcza ono również tworzenie i zarządzanie ikonami czy polami tekstowymi wykorzystywanymi do opisu danych na mapach (np. zmiana rozmiaru lub koloru czcionki odbywa się poprzez przyjazne GUI).

Aplikacja kliencka komunikuje się z systemem *MapViewer* przy pomocy *Extensible Markup Language (XML) API*, które stanowi w tym przypadku programowalny interfejs dostępowy. Za jego pośrednictwem zgłaszane są żądania utworzenia mapy na podstawie określonych parametrów, jak również przesyłanie są odpowiedzi na owe zgłoszenia.

Generowany obraz tworzony jest po stronie serwera i następnie udostępniany aplikacji klienckiej. Ponieważ *MapViewer* został napisany w języku *Java*, do budowy interfejsu pomiędzy nim a użytkownikiem systemu może zostać wykorzystana technologia *JSP* (*Java Server Pages*) - dzięki czemu do pracy z MapViewer'em wystarcza dowolna przeglądarka WWW – a w konsekwencji możliwe było także i w tym przypadku spełnienie podstawowego wymagania stawianego przed projektowanym systemem aby użytkownik końcowy aplikacji nie był zmuszany do instalowania jakichkolwiek dedykowanych narzędzi. Zresztą, obecnie jedynie ta technologia umożliwia pełne wykorzystanie możliwości narzędzia *MapViewer*. Dodatkowo dzięki *Oracle Application Server* jako twórcy oraz dostawcy tworzonego oprogramowania nie musimy instalować żadnych dodatkowych serwerów do obsługi *JSP*, bowiem obsługa taka zapewniana jest przez jądro wspomnianego serwera aplikacji a mianowicie *OC4J* (*Oracle Container for J2EE*).

Jak wspomniano, wybór narzędzia MapViewer zdeterminował niejako wybór systemu zarządzania bazami danych – którym w tym przypadku stał się najnowszy produkt firmy Oracle a mianowicie *Oracle Database 10g*

Wspomniano powyżej, iż fragment systemu odpowiedzialny za współpracę z narzędziem *MapViewer* zrealizowany został z wykorzystaniem technologi *Java Server Pages* – podkreślić jednakże należy, iż jest to w zasadzie jedyna zmiana w warstwie logiki oraz prezentacji aplikacji w stosunku do wersji serwisu, która

zrealizowana została na potrzeby użytkowników niezwiązanych ze środowiskiem akademickim. Innymi słowy, obie wersje systemu wykorzystują te same warstwy logiki oraz prezentacji danych zrealizowane w oparciu o wspomniane wcześniej technologie i biblioteki: PHP, SQLm, HTML, Smarty, JavaScript, Geshi etc. – zmieniając jedynie w wersji „akademickiej" moduły odpowiedzialne za dostęp do danych oraz prezentacje zagrożeń na mapach topograficznych.

5 Zakończenie

Jak już wspomniano, realizacja przedstawianego systemu *Geo-zagrożenia* została już udostępniona do eksploatacji, a zespół administratorów danych podsystemu *Osuwiska* wprowadził kompletne dane dotyczące około 800 osuwisk zinwentaryzowanych w ramach prac badawczych prawie w całej Polsce (z wyłączeniem Karpat). Podobnie, wprowadzono do wortalu dostępne podstawowe dane dotyczące innych zagrożeń geodynamicznych i mapy cyfrowe. Po okresie wstępnej eksploatacji i wykonaniu testów eksploatacyjnych w warunkach zbliżonych do docelowych, planuje się przeniesienie systemu do zasobów Państwowego Archiwum Geologicznego.

Podczas prac realizacyjnych systemu *Geo-zagrożenia* postawiono środowisku geologicznemu wiele pytań dotyczących zasad przechowywania i udostępniania charakterystycznych dla tej dziedziny danych. Na wiele z tych pytań zespół autorski prezentowanych rozwiązań nie uzyskał satysfakcjonujących odpowiedzi i musiał dla celów realizacyjnych przyjąć rozwiązania, które będą weryfikowali już użytkownicy. Podobnie niestety przedstawia się sprawa możliwości integracji zasobów systemu z innymi systemami funkcjonującymi w ramach różnych służb geologicznych. W najbliższym czasie życie będzie weryfikowało obie realizacje systemu, a bogatsi we wnioski, tak zespół geologów jak i informatyków będą musieli przystąpić do modernizacji i rozwoju systemu. W kontekście tych rozważań niezwykle istotnym wydaje się fakt przyjęcia takiej architektury systemu, która jest przystosowana do wprowadzania potrzebnych aktualizacji (tak struktur i formatów danych jak i funkcji użytkowych) bez naruszania istoty realizacji tych systemów. Sytuacja taka miała już miejsce przy budowie drugiej wersji systemu, gdzie zastosowanie technologii *Java Server Pages* do współpracy z narzędziem *MapViewer* to w zasadzie jedyna zmiana w warstwie logiki oraz prezentacji aplikacji w stosunku do pierwszej wersji serwisu. Dodatkowo wydaje się iż zaproponowana architektura oraz narzędzia pozwoliły zrealizować podstawowe zadanie stawiane przed systemem: tj. udostępniać w sposób efektywny mocno zróżnicowaną w swoim charakterze wiedzę na temat zagrożeń geodynamicznych występujących na terenie kraju.

Literatura

1. Pęcak M., Raś K.: Komputerowy system wspomagania ewidencji i udostępniania informacji o zróżnicowanych typach danych. Praca dyplomowa

– magisterska pod kierunkiem dr inż. M. Valenty, Katedra Informatyki, AGH, 2005
2. Lemberger M. (red), „Rejestracja i inwentaryzacja naturalnych zagrożeń geologicznych na terenie całego kraju – za szczególnym uwzględnieniem osuwisk oraz innych zjawisk geodynamicznych", raport z realizacji badań, AGH, Kraków, 2005.
3. Oracle Application Server 10g MapViewer – Technical Overview, http://download-east.oracle.com/otndocs/products/spatial/pdf/mapviewer1012_techoverview.pdf, Oracle Corporation, Wrzesień, 2005
4. Oracle Application Server 10g MapViewer-Technical White Paper, http://www.oracle.com/technology/products/mapviewer/pdf/mapviewer10g_technical_white_paper.pdf, Oracle Corporation, Wrzesień 2005
5. Developing Spatial Applications Using Oracle Spatial and MapViewer, http://www.oracle.com/technology/products/mapviewer/pdf/mapviewer_spatial_wp.pdf, Oracle Corporation, Luty 2004
6. GIS Portal: http://www.gisportal.com/
7. Technical Comparison: AutoDesk MapGuide 6 and ESRI's ArcIMS 4, http://images.autodesk.com/adsk/files/3429771_Autodesk_MapGuide_6_and_ESRI_s_ArcIMS_4.pdf, Autodesk Corporation White Paper,
8. Publishing Data to the Web: Issues to Consider, http://images.autodesk.com/adsk/files/3525656_Publishing_Data_to_the_Web.pdf, Autodesk Corporation White Paper
9. Denis Web Map Server 4.0 Documentation, http://www.demis.nl/home/pages/wms/docs/intro.htm, Demis Corporation,
10. ArcIMS – Publish Maps, Data and Metadata on the WEB, http://www.esri.com/library/brochures/pdfs/arcims_bro.pdf, ESRI Corporation Brochure
11. ArcIMS 9 – Architecture and Functionality, http://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/arcims9-architecture.pdf, ESRI Corporation White Paper, Maj, 2004
12. M. Logemann, Why to use template-engines in state-of-the-art webapps, http://www.logemann.org/articles/whytemplateeng.php
13. Cheah Chu Yeow, All about Smarty – The PHP Template Engine, http://www.sitepoint.com/article/smarty-php-template-engine, Lipiec, 2002
14. Strona domowa serwera Apache, http://www.apache.org
15. K.Douglas. S.Douglas, PostgreSQL 2nd Editio, Sams, Lipiec 2005
16. PostgreSQL 8.0.6 Documentation, http://www.postgresql.org/docs/8.0/static/index.html, The PostgreSQL Global Development Group
17. Strona domowa technologii PHP, http://www.php.net
18. A. Gutmans, S.Bakken, D. Rethans, PHP 5 Power Programming, Prentice Hall PTR, Październik, 2004
19. E.Geschwinde, H-J. Schoenig, PHP and PostgreSQL Advanced Web Programming, Sams, Czerwiec 2002

20. Java Server Pages Technology, http://java.sun.com/products/jsp/whitepaper.html, Sun Corporation White Paper
21. D.M.Geary, Advanced JavaServer Pages, Prentice Hall PTR, Maj 2001
22. Strona domowa technologii JSP, http://java.sun.com/j2ee/
23. Overview of New features In Apache 2.2, http://httpd.apache.org/docs/2.2/new_features_2_2.html, The Apache Software Foundations
24. Valenta M., Siwik L., „Geo-zagrożenia: komputerowy system ewidencji zagrożeń geodynamicznych w Polsce", W: Bazy Danych : struktury, algorytmy, metody – Wybrane technologie i zastosowania, praca zbiorowa, red. S. Kozielski i inni, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności WKŁ, Warszawa, 2006, str.403-412.

CZĘŚĆ 2
METODY I TECHNIKI SYSTEMÓW ZARZĄDZANIA WIEDZĄ

CZĘŚĆ 2
METODY I TECHNIKI SYSTEMÓW ZARZĄDZANIA WIEDZĄ

ROZDZIAŁ IX

THE USE OF REFERENCE PROFILES AND MULTIPLE CRITERIA EVALUATION IN KNOWLEDGE ACQUISITION FROM LARGE DATABASES

Andrzej P. WIERZBICKI, Jing TIAN, Hongtao REN[1]

1. Interactive knowledge discovery in data mining

Classical methods of knowledge engineering and discovery follow the tradition of artificial intelligence in assuming that the process of knowledge discovery should be automated as far as possible and only the results of such a process might be interpreted by the user (the manager, client, decision maker, etc., - a person using these results). Practical applications of data mining, however, show that patterns (logical rules, etc.) generated automatically from large data bases are seldom meaningful to the user, a stronger interaction of the user with the process of knowledge discovery is desirable – see, e.g., Granat (2004). We propose here a rather radical departure from the classical knowledge engineering by assuming that the knowledge discovery process is to a large extent designed by the user and that methods of multiobjective, interactive decision support are adapted for this process; therefore, we use also the term *knowledge acquisition,* typically reserved for elucidating knowledge from experts, but here meaning the combination of expert knowledge and knowledge discovered in data.

We assume that the user understands in general terms what he is looking for, but he is confronted by an informational system – see, e.g., Pawlak (1991) - a large, complex, often distributed data structure. The structure of this informational system is supposed to consist of certain *data sets* – units that are even bigger than typically analyzed *data objects* and are corresponding, e.g., to data describing the operation of a certain organizational unit in a bigger organizational structure, such as a subnetwork or aggregated node (a center, hub or a depot) or a subsidiary firm in a complex supply and logistics network. The ontology of organizational units might have a complex structure, e.g., hierarchical of the inversed tree type, see, e.g., Schleiffer et al. (2004); this ontology is supposed to be defined also by the user with help of an *analyst* – a data processing specialist helping to organize the knowledge discovery process.

The data sets for all organizational units can be processed to produce statistical *quality indicators* that describe the aspects of the data interesting for the user; indicators are supposed to be defined by the user who might be interested, e.g., in the volume of traffic or the quantities of shipped goods or the revenue or profit or average tardiness of operations of the organizational unit in question. The detailed specifica-

[1] Artykuł prof. A. Wierzbickiego ukazuje się jako reprint materiałów z konferencji w Hamburgu za zgodą Autorów i Dziekana School of Knowledge Science JAIST prof. Y. Nakamori

tion and the statistical computations related to determining the indicators are supposed to be defined by the analyst helping the user. It is also assumed that the user defines a partial order in the space of indicator values, e.g., by simply saying which indicators show improvement when increased and which when decreased (which should be maximized, which minimized). Thus, we consider the following structure:

1) A set of organizational *units* forming a structure described by an appropriate ontology;

2) An informational system consisting of complex *data sets* describing the operations of each unit;

3) A set of *quality indicators* computed statistically from data sets, with their corresponding partial order.

For the purpose of this paper, we define the problem of knowledge acquisition as finding such data sets (or organizational units which the data sets describe) that either correspond best to the expectations of the user (client, decision maker, etc.) or, contrariwise, correspond worst to such expectations. In practical management, finding, e.g., the worst links of a complex supply chain or of a logistic network might be sometimes more important than finding the best ones. We suggest in this paper that the expectations of the user should be described by a set of criteria and by a *reference profile* of the desired values of such criteria. The reference profile should be interpreted as a set of *aspiration levels* that would be good to achieve for a very good performance; applications show – see later points – that the aspiration levels should be truly demanding (if you have average aspirations you would find only average answers, not truly interesting insights).

The reference point method – see Wierzbicki et al (2000) - can be applied then to find the data sets that correspond either best or worst to the expectations. For applying this method, the multiple criteria expressed by quality indicators and the reference profile are converted to a scalar measure by formulating and computing a scalar-valued *achievement function;* the data sets or the corresponding units are then ranked according to the value of this function, while both the best and the worst units might be of interest to the user. The user might also want to change the reference profile in order to see, what units become best or worst when the expectations stress different quality indicators. The detailed characteristics of the best and worst units – quality indicators and other aspects of data sets – constitute the knowledge discovered from the data base.

Before describing an application of such an approach to knowledge discovery, we present first the mathematical background: the way of defining and computing achievement functions.

2. Reference profiles and achievement functions

Let us denote by y_i, $i = 1,...k$, the values of quality indicators. Since the numbering of these indicators is arbitrary, we can assume that the first k_1 of them – y_i for $i = 1,...k_1$ – improve when increasing, are to be maximized, while the remaining $k - k_1$ of them - y_i for $i = k_1+1,...k$ - improve when decreasing, are to be minimized. Sometimes quality indicators should be neither maximized nor minimized but *stabilized*, kept close to their reference level; we shall not consider this possibility here, since it is easy to account for but complicates the mathematical notation, see Wierzbicki et al. (2000). Jointly, the vector of quality indicators will be denoted by $y = (y_1,...y_i,...y_k)$; however, these vectors can differ for diverse data sets and we shall indicate this by assuming that data sets are numbered by the index $j = 1,...J$ and the corresponding quality indicator vectors are denoted by $y_j = (y_{j1},...y_{ji},...y_{jk})$. Usually, we assume that maximal y_i^{up} and minimal y_i^{lo} values for measuring each quality indicator are estimated and known; it is useful to scale down all quality indicators to a relative scale by the transformation:[2]

$$y_i^r = (y_i - y_i^{lo})/(y_i^{up} - y_i^{lo}) \cdot 100\% \qquad (1)$$

We assume that such a transformation is performed and will not later indicate the upper index r, stipulating that all further values of quality indicators are measured in a common, relative percentage scale. Under this assumption, the quality indicator vector can be also called *quality distribution* – that corresponds in fact to a probability distribution. A comparison of such probability distributions can be achieved by using the concept of stochastic dominance, see, e.g., Ogryczak and Ruszczyński (2001); but it is known that stochastic dominance can be also interpreted as a multiple criteria problem.[3]

By $r = (r_1,...r_i,...r_k)$ we denote the *reference profile*– the vector composed of reference values or aspiration levels r_i, $i = 1,...k$ for subsequent quality indicators. We assume that it is also measured in the common, relative percentage scale and thus can be equivalently called *reference distribution.*

For example, if there are $k = 5$ quality indicators, first two are to be maximized but the first one is more important, and the remaining three are to be minimized while the last is most important, then an example of a reference distribution can be such as presented in Fig. 1 – where it is additionally assumed that the reference distribution has

---

[2] Moreover, it is consistent with measurement theory, see Barzilai (2004) - who points out that all utility and value theory in this respect is not necessarily consistent with measurement theory.

[3] In fact, Ogryczak and Ruszczyński consider this possibility but argue that such a formulation would lead to a problem with too many criteria (infinitely many in the case of a continuous distribution). This is, however, not an obstacle if we consider *multiobjective trajectory optimization,* see Wierzbicki (1988); and in the example considered here we have anyway only a discrete probability distribution with five points, hence only five criteria.

a statistical interpretation and thus sums up to 100% (which needs not be generally the case).

With the vector of quality indicators y_j and the reference profile or distribution r, the scalar evaluation or *achievement index* is $s_j = \sigma(y_j, r, \alpha)$, where σ is the achievement function and α denotes additional parameters of this function.

For example, the most basic achievement function (see Wierzbicki et al. 2000), after adapting it to our case, has the form:

$$\sigma_1(y_j, r, \varepsilon) = min_{i=1,...k}\,(y_{ij} - r_i)\,sign_i + \varepsilon \sum_{i=1,...k}(y_{ijk} - r_i)\,sign_i \qquad (2)$$

where $sign_i = +1$ if $i = 1,...k_1$ (for maximized indicators) and $sign_i = -1$ if $i = k_1+1,...k$ (for minimized indicators, which means simply a change of the sign for minimized ones) and ε is a small parameter. This form of an achievement function is obviously valid only if we use the relative measurement scales after the transformation (1). The function (2) is increasing with the improvement of quality indicators, has value zero if all quality indicators equals their reference values, is positive if the quality indicators are better than their reference values (larger in maximized indicators, $i = 1,...k_1$, smaller in minimized indicators, $i = k_1+1,..k$), and is negative if the quality indicators are worse than their reference values (smaller in maximized indicators, $i = 1,...k_1$, larger in minimized indicators, $i = k_1+1,..k$). The achievement index – the value of the achievement function –can be also measured in % and can be interpreted as the value of the smallest improvement of quality indicators over their reference values, slightly corrected by the sum of all improvements. This principle – improving the worst case first – might be interpreted as an application of the *theory of justice* of Rawls (1971) to multiple criteria decision making.

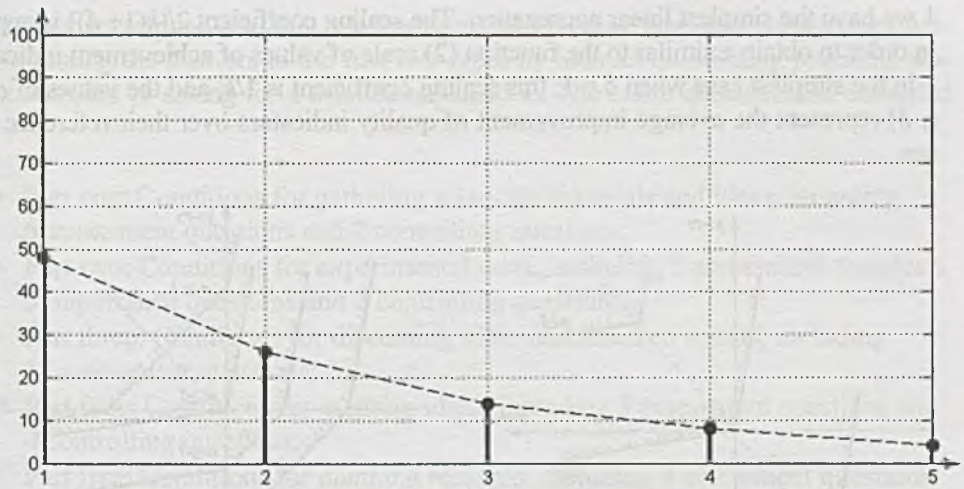


Fig. 1. An example of a reference distribution.

The function (2) is only one member of a broad family of achievement functions, see Wierzbicki et al. (2000); all such functions preserve and approximately represent the partial order in multiple criteria space. This means that they are *strictly monotone* with respect to this order (strictly increase when a quality indicator vector is replaced by another, better in all components and strictly better with respect to the order – at least in one component). Moreover, their *level sets* (sets of points where the function values are greater than or equal to a given value) approximate *the positive cone* representing the partial order. Beside these theoretical properties, however, achievement functions can be diverse.

We analyze in this paper another achievement function, resulting from an adaptation of the *theory of regret* of Kahneman und Tversky (1982). This theory says that decision makers feel stronger regret for not achieving their aspirations than satisfaction from overachieving their aspirations. The function $\sigma_1(y_j, \mathbf{r}, \varepsilon)$ described above has, in fact, such property, but it is expressed indirectly and must be shown by analyzing level sets of this function. But we can specify a similar achievement function by directly using the property suggested by the *theory of regret:*

$$\sigma_2(y_j, \mathbf{r}, \delta) = (2/(k(1+\delta)))(\sum_{i=1,\ldots k}((y_{ijk} - r_i)\, sign_i)_+ + \delta \sum_{i=1,\ldots k}((y_{ijk} - r_i)\, sign_i)_-) \quad (3)$$

where $(x)_+ = max(0, x)$ and $(x)_- = min(0, x)$ denote the positive and negative parts of a number x, respectively (if the number x is, e.g., negative, then its positive part is zero and the number is equal to its negative part, and vice versa), and the parameter δ is another example of parameters α: $\delta \geq 1$ is the *coefficient of regret,* in the case when $\delta =$

1 we have the simplest linear aggregation. The scaling coefficient $2/(k(1+\delta))$ is applied in order to obtain a similar to the function (2) scale of values of achievement indicators – in the simplest case when $\delta = 1$, this scaling coefficient is $1/k$, and the values of $\sigma_2(y_j, r, \delta)$ represent the average improvement of quality indicators over their reference values.

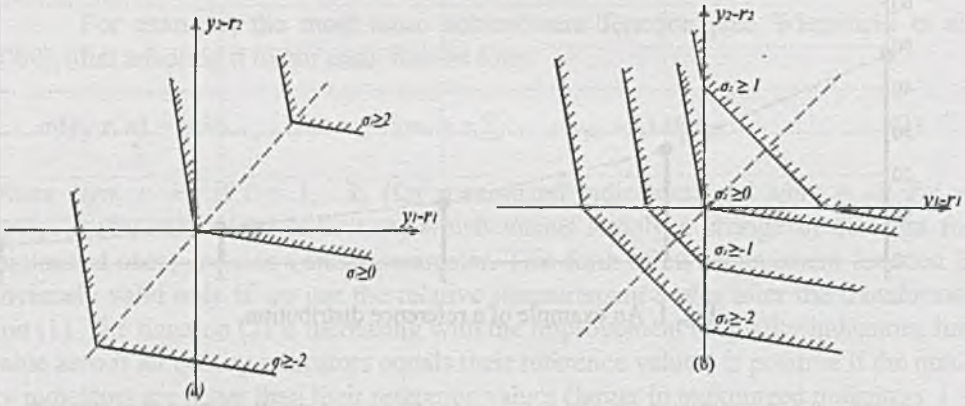


Fig. 2. Comparison of level sets of $\sigma_1(y_j, r, \varepsilon)$ (a) and $\sigma_2(y_j, r, \delta)$ (b)

The function $\sigma_2(y_j, r, \delta)$ belongs in fact to the same family of *piece-wise linear functions* as the function $\sigma_1(y_j, r, \varepsilon)$, but has slightly different level sets and is differently parameterized (the parameter δ has analogous effects as $1 + 1/\varepsilon$). In Fig. 2, the level sets of these two functions are compared for the simple case when $k = 2$, both quality indicators are maximized, $\delta = 6$ and $\varepsilon = 0.2$. In further sections, we shall compare the effects of using these functions for ranking units and data sets in a practical application.

3. A survey of opinions about conditions for scientific creativity

The survey was conducted at JAIST (Japan Advanced Institute of Science and Technology), among its graduate students (preparing for a master or doctoral degree) and associate researchers. The purpose of the survey was to find what aspects of knowledge creation processes are evaluated as either most critical or most important by responders. A long questionnaire was prepared; it consisted of total of 48 questions, organized in five parts. The questions were of three types. The first type was *assessment questions,* assessing the situation between students and at the university; the *most critical* questions of this type might be selected as those that correspond *worst* to a given reference profile. The second type was *importance questions,* assessing importance of a given subject; the *most important* questions might be considered as

those that correspond *best* to a reference profile. The third type was *controlling questions,* testing the answers to the first two types by indirect questioning revealing student attitudes or asking for a detailed explanation. The entire questionnaire consisted of:

- Part one: Conditions for gathering scientific materials and ideas, including 6 assessment questions and 2 controlling questions;
- Part two: Conditions for experimental work, including 3 assessment questions, 5 importance questions and 2 controlling questions;
- Part three: Conditions for discussing ideas and research results, including 17 assessment questions;
- Part four: Conditions for creating ideas; including 3 assessment questions and 4 controlling questions;
- Part five: Conditions for planning research, including 3 assessment questions and 3 controlling questions.

The responders were subdivided corresponding to the organizational structure of JAIST (three schools: of material science, of information science and of knowledge science), to their character (master students, doctoral students, research associates) and to national origin (Japanese and foreign). The responders were motivated to take the questionnaire seriously by a competitive award (a trip to an international conference for most critical and detailed response). The questionnaire was answered by over 150 students (which constituted about 15% response rate, not bad for such a detailed questionnaire). Already the initial answers – the detailed, critical comments to the questionnaire – were found very useful by JAIST management, hence the number of awards was actually increased.

However, we are interested here in the method of evaluation of the questionnaire results; note that finding most important opinions between all these questions and types of responders necessitates computerized support, doing it by hand would be simply impossible. The selected method of evaluation, based on reference profiles of expectations of the user (a representative of JAIST management), was partly induced by the objectives of the study that were twofold:

- To support JAIST management in finding most critical or most important questions concerning conditions of scientific creativity;
- To test some new theories of knowledge creation processes.

Thus, before presenting the results of the study, we shortly recall – see also Wierzbicki and Nakamori (2006) – the tested theories of knowledge creation.

4. *Triple Helix* and other spirals of knowledge creation processes

Since the *Shinayakana Systems Approach* (Nakamori and Sawaragi, 1990) and the *Knowledge Creating Company* (Nonaka and Takeuchi 1995), many theories of creating knowledge for the needs of today and tomorrow were developed. We might call them *micro-theories of knowledge creation,* as distinct from the philosophical theories of knowledge creation on the long term, historical macro-scale that usually, however, do not help in current knowledge creation. All such micro-theories take into account the tacit, intuitive, emotional, even mythical aspects of knowledge. Many of them can be represented in the form of *spirals of knowledge creation processes,* describing the interplay between tacit and explicit or intuitive and rational knowledge, following the *SECI* (*Socialization-Externalization-Combination-Internalization*) *Spiral* of Nonaka and Takeuchi.

In Wierzbicki and Nakamori (2006), an integration and synthesis of such micro-theories of knowledge creation takes the form of so-called *Creative Space* – a network-like model of diverse creative processes with many nodes and transitions between them, starting from a generalization of the *SECI Spiral.* Many spirals of knowledge creation can be represented as processes in *Creative Space;* one of interesting observations is that we should distinguish between group-based, industrial *organizational knowledge creation processes* – such as the *SECI Spiral,* or its Occidental counterpart called *OPEC Spiral* (Gasson 2004), or an older and well known organizational process called *brainstorming* that can be also represented as a *DCCV Spiral* (Kunifuji 2005) –as opposed to *academic knowledge creation processes,* describing how knowledge is normally created in academia and research institutions.

For the latter type, three processes of normal knowledge creation in academia are described in Wierzbicki and Nakamori (2006): *hermeneutics* (gathering scientific information and knowledge from literature, web and other sources and reflecting on these materials), represented as the *EAIR* (*Enlightenment-Analysis-Immersion-Reflection*) *Spiral; debate* (discussing in a group research under way), represented as the *EDIS* (*Enlightenment-Debate-Immersion-Selection*) *Spiral; experiment* (testing ideas and hypotheses by experimental research), represented as the *EEIS* (*Enlightenment-Experiment-Interpretation-Selection*) *Spiral.* Since all of these spirals begin with having an idea, called the *Enlightenment* (*illumination, aha, eureka*) effect, they can be combined into a *Triple Helix of normal knowledge creation,* typical for academic work, see Fig. 3.

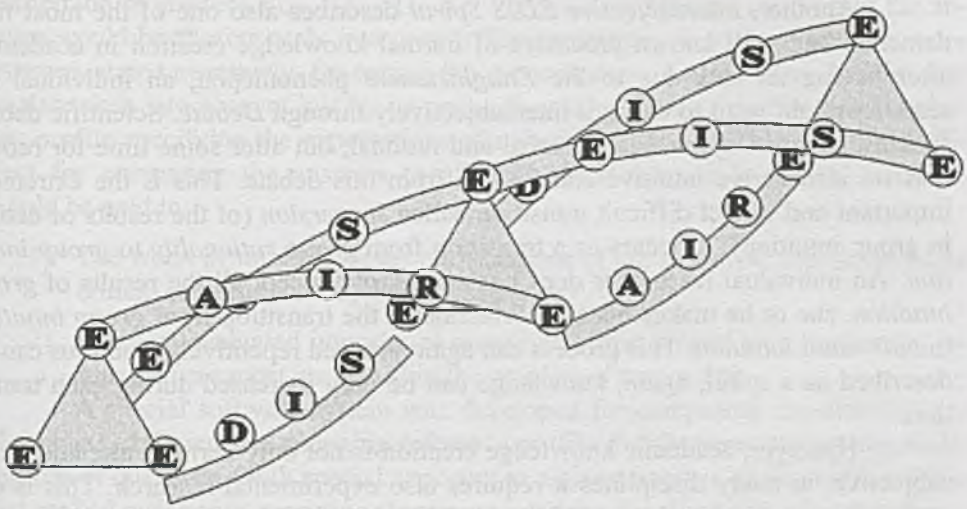


Fig. 3. The *Triple Helix* of normal academic knowledge creation

The triangles in Fig. 3 indicate the phenomenon *Enlightenment* – generating an idea, a transition from individual intuition to individual rationality, analyzed in Wierzbicki and Nakamori (2006) in detail. Since this is a joint transition to all three spirals, it can be used for switching between these spirals or for performing them in parallel.

The humanistic concept of *hermeneutics* (interpreting texts) is used here to describe the most basic activity for any research – that of gathering from outside sources relevant information and knowledge, called here *research materials,* interpreting them and reflecting on them. A full cycle of the *EAIR Spiral* consists of: *Enlightenment,* having a research idea, then following it with ideas where and how to find research materials; *Analysis,* which is a rational analysis of the research materials; *hermeneutic Immersion,* which means some time necessary to absorb the results of analysis into individual intuitive perception of the object of study; *Reflection,* which denotes intuitive preparation of the resulting new ideas. Further repetitions of the spiral might go on parallel to other activities. *Hermeneutic EAIR* is the most individual research spiral, but its importance should be well understood even in fully organizational, industrial group-based research. No knowledge is lost during all these transitions and each transition can add new perspectives, ideas, or insights, contributing to a deeper enlightenment on the next process repetition. Thus, this process guarantees knowledge creation, in smaller or bigger steps, depending on the situation.

Another, *intersubjective EDIS Spiral* describes also one of the most fundamental and well known processes of normal knowledge creation in academia: after having an idea due to the *Enlightenment* phenomenon, an individual researcher might want to check it intersubjectively through *Debate*. Scientific debate actually has two layers: one is verbal and rational, but after some time for reflection we also derive intuitive conclusions from this debate. This is the extremely important and in fact difficult transition called *Immersion* (of the results of debate in group intuition); it occurs as a transition from *group rationality* to *group intuition*. An individual researcher does not necessarily accept all the results of *group intuition*, she or he makes his own *Selection* in the transition from *group intuition* to *individual intuition*. This process can again proceed repetitively, and thus can be described as a spiral; again, knowledge can be only increased during each transition.

However, academic knowledge creation is not only hermeneutic and intersubjective; in many disciplines it requires also experimental research. This is described by a corresponding *experimental EEIS Spiral* that also starts with the transition *Enlightenment*, this time indicating the idea of an experiment, but is followed by *Experiment* performing the actual experimental work, then by *Interpretation* of the experimental results reaching into intuitive experimental experience of the researcher, finally *Selection* of ideas to stimulate a new *Enlightenment*. This cycle can be repeated as many times as needed, but usually requires support: *adaptive experiment planning*, since the results of current experiments and their interpretation always – at least, in a creative experimental work – imply changes; in experiment planning; *experiment reporting*, an extremely important aspect of any experimental groupwork; etc.

These three spirals contained in the *Triple Helix* do not exhaustively describe all what happens in academic knowledge creation, but we might ask the question: *do they describe the most essential elements of academic research?* On one hand, gathering and interpreting information and knowledge, debating and experimenting are no doubt essential; on the other hand, it is always good to test such conclusions by a survey of opinions. Since these spirals are individually oriented (e.g., the motivation for and the actual research on preparing a doctoral thesis is mostly individual), even if a university and a laboratory does support them, we can test their importance by asking about individual opinions of researchers.

5. The application of reference profiles in analyzing survey results

All questions of first two types – assessment questions and importance questions – allowed five options of answers, variously called but signifying similar opinions: "very good – good – average – bad – very bad" or "very important – important – indifferent – not important – negatively important". Thus, answers to all questions of first two types can be evaluated on a common scale, as a percentage

distribution of answers *VG – G – A – B – VB,* while a different wording of the answers would be appropriately interpreted. Some questions or scale of answers were reversed, stated negatively, for testing the concentration of responders, but this can be also taken into account just by reversing the scale. Thus, one reference distribution profile specifying the expectations of university management would be sufficient for comparing the answers to all such questions, while special attention should be paid to:

1) The worst evaluated assessment questions of the first type, indicating some critical conditions for scientific creativity;

2) The best evaluated importance questions of the second type, indicating issues that are most important in the opinion of responders.

A special software system was developed for computing the distributions of answers, defining and changing reference profile distributions, computing ranking lists of questions (with special exposure to a given number of the worst and the best ranked questions), repeating these computations for all or part of responders – e.g., for foreign students, or doctoral students, or students of a given School of JAIST, etc. For research reasons, beside the two achievement functions (2) and (3), four different types of reference profile distributions were compared, specified in the following table:

name	symbol	*VG*	*G*	*A*	*B*	*VB*
Regular	r_A	36%	28%	20%	12%	4%
Demanding	r_B	48%	26%	14%	8%	4%
Stepwise	r_C	42%	42%	7%	5%	4%
Average	r_D	21%	38%	22%	14%	5%

The answers *VG* and *G* were considered as positive outcomes (quality indicators that should be maximized), while *VB* and *B*, but also *A,* were all considered as negative outcomes (quality indicators to be minimized; in the case of "average" answer *A*, it means that too many responders in this category indicate some problem related to the corresponding question). The reference distribution called *Average* above represents the actual average of percentages of answers for all questions (of the first and second type) and all responders. This distribution might be taken as the basic one, because it results from the experimental data and might be considered as independent from the preferences of the decision maker - although, theoretically, average aspirations result only in average, not necessarily interesting answers (actually, this theoretical conclusion was confirmed in practice, see later comments). Truly interesting results might correspond to more demanding aspirations, hence beside the average distribution we considered three more demanding ones, while the one called *Demanding* above was actually the most demanding..

It was found that changing the achievement function or the type of reference distribution does not essentially, qualitatively change the questions evaluated as worst, most critical; it influences, although slightly only, the best, most important or best provided for. In seven worst evaluated questions, almost all were consistently repeated independently of these changes; thus, we can count them as the most critical questions of the first type. These are questions related to not good enough situations concerning:

1) Because of language reasons, difficulty in discussing research questions with colleagues from other countries;
2) Easiness of sharing tacit knowledge;
3) Critical feedback, questions and suggestions in group discussions;
4) Organizing and planning research activities;
5) Preparing presentations for seminars and conferences;
6) Designing and planning experiments;
7) Generating new ideas and research concepts.

Most of these results actually correspond to some elements of the three spirals of normal academic knowledge creation: *Intersubjective EDIS* (*Enlightenment-Debate-Immersion-Selection*) *Spiral* – items 2), 3) and 5); *Experimental EEIS* (*Enlightenment-Experiment-Interpretation-Selection*) *Spiral* – item 6); *Hermeneutic EAIR* (*Enlightenment-Analysis-Immersion-Reflection*) *Spiral* (as well as the earlier mentioned spirals) – item 7). However, they also stress the importance of another spiral: *Roadmapping* (*I-System*) *Spiral* (see, e.g., Ma et al. 2004) of planning knowledge creation processes – item 4).

The importance of these spirals is also stressed by the positive evaluation of the importance of other elements of these spirals in response to questions of the second type. Among the seven best evaluated questions, the following questions of the second type were consistently (independently of the changes of achievement function form or reference profile) listed as most important:

1) Learning and training how to do experiments;
2) Help and guidance from the supervisor and colleagues;
3) Frequent communication of the group.

However, among the best evaluated questions there were also some questions of the first type, showing some unexpected results, such as that research competition and personal shyness do not essentially prevent an exchange of ideas – as well as some expected ones, such as that most students use regularly web-based search for scientific literature.

An interesting technical phenomenon related to such method of knowledge acquisition is the *rank reversal* of the evaluation of some questions due to the change from the *Average* reference profile to the *Demanding* reference profile. Questions that have many "good" and "average" answers *G* and *A*, but only a few "very good" answers *VG*, will be ranked among the best with the *Average* reference profile, while not so good with the *Demanding* reference profile. This concerns, e.g., a question concerning the importance of IT tools in communication between students, with the following distribution of answers:

name	symbol	*VG*	*G*	*A*	*B*	*VB*
Demanding aspirations	r_B	48%	26%	14%	8%	4%
Average aspirations	r_D	21%	38%	22%	14%	5%
Answers to a question	y_j	21%	41%	17%	14%	7%

This question is naturally ranked among the best results for average aspirations; but it is a natural impact of averages that do not produce truly interesting results.

Beside an empirical confirmation of the essential character of the three spirals of the *Triple Helix* of normal academic knowledge creation and the conclusion about the importance of the fourth *I-System Roadmapping Spiral*, the results of the investigation give also valuable information for university management: what aspects of knowledge creation processes should be improved.

One subject is the language barrier: English-speaking seminars should be much more frequently used in JAIST, Japanese students should be encouraged to use English language more frequently. Other subjects relate to encouraging and teaching methods of critical debate at seminars, or teaching how to plan generally research activities and in particular how to plan experiments. The help in preparation of presentations at seminars and conferences already functions quite well in JAIST, but perhaps it should be intensified even further.

6. Conclusions

The example of the evaluation of the results of the survey of conditions for scientific creativity shows that the proposed method can be very useful for management, as in the particular case it was useful for university management.

Other conclusion from this example is an empirical confirmation of the essential importance of the three spirals of normal academic knowledge creation

contained in the *Triple Helix:* the *Intersubjective EDIS Spiral*, the *Experimental EEIS Spiral,* and the *Hermeneutic EAIR Spiral.* This example stresses also the importance of the *Roadmapping* (*I-System*) *Spiral* of planning knowledge creation processes.

In general, this example shows that the use of a multiple criteria formulation and reference profiles for knowledge acquisition from complex data sets gives very promising results and should be applied more broadly.

References

1) Barzilai J. A New Theory Of Measurement (Correcting the Classical Errors): Preference Function Modelling. *Proceedings of MCDM 2004* (17th International Conference on Multiple Criteria Decision Making, Whistler, Canada), Simon Fraser University 2004

2) Gasson S.: The Management of Distributed Organizational Knowledge. In Sprague RJ (ed) *Proceedings of the 37 Hawaii International Conference on Systems Sciences* (HICSS 37). IEEE Computer Society Press, Los Alamitos, Ca 2004

3) Granat J.: Multicriteria Analysis for Behavioral Segmentation. *Journal of Telecommunications and Information Technology* 3/2004, pp.39-43

4) Kahneman D. und Tversky A.: The Psychology of Preferences. *Scientific American* 246:150-173, 1982

5) Kunifuji S.: Creativity Support Systems in JAIST. *Proceedings of JAIST Forum 2004: Technology Creation Based on Knowledge Science,* pp 56-58, 2004

6) Ma T., Liu S., Nakamori Y.: Roadmapping for Supporting Scientific Research. *Proceedings of MCDM 2004* (17th International Conference on Multiple Criteria Decision Making, Whistler, Canada), Simon Fraser University 2004

7) Nakamori Y. and Sawaragi Y.: Shinayakana Systems Approach in Environmental Management. *Proceedings of 11th World Congress of International Federation of Automatic Control*, Tallin. Pergamon Press, vol 5 pp 511-516, 1990

8) Nonaka I, Takeuchi H.: *The Knowledge-Creating Company. How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation.* Oxford University Press, New York 1995

9) Ogryczak W. and Ruszczyński A.: On Consistence of Stochastic Dominance and Mean-Semideviation Models. *Mathematical Programming* **89**:217-232, 2001

10) Pawlak Z.: *Rough Sets – Theoretical Aspects of Reasoning about Data.* Kluwer, Dordrecht 1991

11) Rawls J.: *A Theory of Justice.* Belknap Press, Cambridge, Mass 1971

12) Schleiffer R., Wollenweber J., Sebastian H-J., Golm F., Kapoustina N.: Application of Genetic Algorithms for the Design of Large-Scale Reverse Logistic Networks in Europe's Automotive Industry. *Proceedings of HICSS'37,* IEEE Computer Society Press, Los Alamitos, Ca 2004

13) Wierzbicki A.P.: Dynamic Aspects of Multi-Objective Optimization. In A. Lewandowski, V. Volkovich, eds: *Mulitobjective Problems of Mathematical Programming,* Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York 1991
14) Wierzbicki, A.P., Makowski M. and Wessels J.: Model-Based Decision Support Methodology with Environmental Applications. Kluwer, Dordrecht 2000
15) Wierzbicki, A.P. and Nakamori Y.: *Creative Space: Models of Creative Processes for the Knowledge Civilization Age.* Springer Verlag, Berlin-Heidelberg 2006

ROZDZIAŁ X

ZASTOSOWANIE PODEJŚCIA ONTOLOGICZNEGO DO OKREŚLANIA CZYNNIKÓW RYZYKA WYSTĄPIENIA ZAKAŻEŃ SZPITALNYCH

Filip BALICKI, Anna ZYGMUNT, Jarosław KOŹLAK, Marek A. VALENTA

Wstęp

Rozwój systemów informatycznych doprowadził do sytuacji, że istnieje ogromna liczba danych i wiedzy dedykowanych do konkretnych zastosowań. Efektywnym rozwiązaniem byłoby wielokrotne wykorzystywanie tych zasobów w miarę pojawiania się nowych potrzeb. Z racji istniejącej heterogeniczności tych zasobów pojawia się potrzeba ich opisu uwzględniająca także ich strukturę oraz elementy składowe w zunifikowanej formie tak aby nowe aplikacje były w stanie je wykorzystywać. Istotny jest nie tylko sam opis struktury danych, ale również ich znaczenie semantyczne i związki między danymi. Coraz bardziej popularnym i perspektywicznym według autorów jest podejście oparte na językach opisu ontologii [5].

Reprezentacja ontologiczna polega na opisaniu struktury wiedzy w postaci grafu złożonego z pojęć wraz z ich atrybutami oraz zależności pomiędzy tymi pojęciami. W oparciu o tak zdefiniowaną strukturę są tworzone konkretne wystąpienia pojęć (instancje).

Dany fragment dziedziny może być opisany na wiele sposobów w zależności od potrzeb organizacji gromadzącej i przygotowującej wiedzę. W naszym przypadku prace koncentrowały się na zagadnieniach zakażeń szpitalnych.

Możliwość wykorzystania zgromadzonej wiedzy w miarę pojawiania się nowych zapotrzebowań jest związana z umiejętnością prowadzenia wnioskowania na tej wiedzy. Wnioskowanie powinno umożliwiać proste uzupełnianie struktury wiedzy. Modyfikacja zarówno konkretnych instancji jak i struktury wiedzy nie powinna wymuszać konieczności wprowadzania zmian w algorytmie wnioskowania.

Zaprezentowane w artykule podejście do problemu wnioskowania w oparciu o wiedzę wyrażoną ontologicznie bazuje na wykorzystaniu Description Logic. Metoda ta jest ściśle związana z grafowym sposobem reprezentacji wiedzy. W rozdziale 1. przedstawiono ogólnie metody wnioskowania w DL. Rozdział 2. przedstawia dziedzinę dla której budowana jest ontologia. Natomiast struktura ontologii zaprezentowana jest w rozdziale 3. Przeprowadzone procesy wnioskowania opisane są w rozdziale 4. Sposób realizacji systemu prezentuje rozdział 5. W rozdziale 6. zawarto wnioski i kierunki dalszych badań.

1. Wnioskowanie przy użyciu Description Logic

Description Logic (DL) [4] operuje na systemach opartych o wiedzy, w których istotna jest precyzyjna charakterystyka typu wiedzy, sposób jej przechowywania, a także definicje sposobów przetwarzania tej wiedzy, czyli wnioskowania. Uzyskuje się to poprzez precyzyjne określenie funkcjonalności bazy wiedzy, gdzie są wyszczególnione operacje pozwalające konstruować komponenty wiedzy oraz operacje udostępniające zgromadzoną wiedzę. W zależności od zbioru dostępnych operacji można wyróżnić różne rodzaje DLs[1].Podstawową zależnością w Description Logic jest wyrażenie subsumpcji (przynależności). Badanie przynależności polega na sprawdzeniu, czy jedno pojęcie jest bardziej ogólne od innego.
W DL dostęp do wiedzy jest zapewniony poprzez dwa komponenty: TBox oraz ABox.

W komponencie TBox (*Terminology Box*) znajdują się definicje dotyczące dziedziny (czyli deklaracje opisujące właściwości pojęć). TBox w głównej mierze określa relacje subsumcji i nie ma związku z żadną implementacją. Wiedza w *TBox* jest określana jako stała – niezmienna w czasie.
W TBox mamy do czynienia z definicjami pojęć, gdzie nowe pojęcie jest określane poprzez termy zdefiniowane we wcześniejszych pojęciach (tym samym powstają zależności subsumcji). Najczęściej deklaracja taka jest interpretowana jako logiczna równoważność.

W terminologii DL przyjmuje się pewne ograniczenia, wśród najważniejszych można wymienić to, iż dozwolona jest tylko jedna definicja dla danej nazwy, a definicje muszą być acykliczne – nie są dopuszczane definicje rekurencyjne. Ograniczenia te pozwalają każdą złożoną definicję rozwinąć tak, by występowały w niej tylko termy podstawowe.

Podstawowym zadaniem w konstrukcji terminologii jest klasyfikacja, która umieszcza nowe pojęcie w odpowiednim miejscu w hierarchii, poprzez weryfikację relacji przynależności pomiędzy już zdefiniowanymi pojęciami a wprowadzanym do hierarchii.

Klasyfikacja jest tożsama z logiczną implikacją i weryfikuje, czy generalna relacja (np. subsumpcja pomiędzy dwoma wyrażeniami) jest logiczną konsekwencją deklaracji w TBox.

Z kolei w ABox (*ang. Assertional knowledge*) zawarta jest wiedza dotycząca konkretnych przypadków: specyfikuje jednostki pojęciowe z TBox. Dlatego też wiedzę w ABox określa się mianem chwilowej – zależnej od danych okoliczności. W twierdzeniach dopuszcza się możliwość umieszczenia w miejsce podstawowego pojęcia wyrażenia złożonego.

Podstawowym mechanizmem wnioskującym w ABox jest sprawdzanie czy dana jednostka należy do danego pojęcia Jednakże określa się także inne mechanizmy (które są matematyczną konsekwencją podstawowego). Można wśród nich wymienić:

- spójność bazy wiedzy – sprawdzanie czy każde pojęcie w bazie wiedzy dopuszcza istnienie chociaż jednej instancji;
- realizacja – znajdowanie najbardziej specyficznego pojęcia, którego obiekt jest

instancją;

- wyszukiwane – wyszukiwanie jednostek, które są instancją zadanego pojęcia

Zarówno TBox jak i Abox może oferować większe możliwości wnioskowania, jeśli rozszerzy się definicje Logiki Opisowej. Wśród najczęściej wykorzystywanych rozszerzeń można wymienić: niemonotoniczne wnioskowanie, modalną reprezentację wiedzy, wnioskowanie epistemiczne czy reprezentację wiedzy niepewnej. Pierwsze z nich pozwala wprowadzać pewne wyjątki od reguły, czyli pozwala na istnienie pewnych niespełnionych reguł, jeśli występują one w określonym kontekście. Drugie pozwala na wprowadzenie modalnych operatorów, które charakteryzują właściwości, które dane zdanie posiada. Można na przykład zamodelować przypuszczenie. Operatory modalne mogą dotyczyć np. wiedzy, zależności czasowych (mówimy wtedy o wnioskowaniu temporalnym), przypuszczeń, zobowiązań, itp.

Podstawowa semantyka wprowadzona w DL nie zapewnia pełnej funkcjonalności wynikającej z systemów ramowych. Dlatego też czasami wprowadza się mechanizmy, które nie są oparte na logice i mają charakter nieformalny. Takimi mechanizmami są np.:

- reguły proceduralne – opisane poprzez wyrażenia if-then używane do uzupełnienia wiedzy o jednostkach;
- reguły podstawowe – podstawowe wnioskowanie przeprowadzane rekurencyjnie w hierarchii dziedziczenia;
- reguły domykające – ograniczenie wnioskowania do restrykcji jednostek explicite występujących w bazie wiedzy

Czwarte rozszerzenie - reprezentacja wiedzy niepewnej - wiąże się z próbą modelowania zbiorów rozmytych, gdzie prawdziwość faktów może być wartością ze zbioru ciągłego (prawdopodobieństwo). Wprowadza się również operatory określające prawdopodobieństwo (np. najczęściej, bardzo, raczej nie itp).

2. Komputerowo wspomagana ewidencja zakażeń szpitalnych

Kontrola zakażeń w głównej mierze polega na rejestrowaniu, analizie i raportowaniu zagrożeń, skutków i przyczyn występowania zakażeń na danym terenie. Polskie Towarzystwo Zakażeń Szpitalnych opracowało program czynnej rejestracji zakażeń. Każdy ze szpitali biorących w nim udział zbiera w swojej bazie danych istotne informacje dotyczące zakażeń, takie jak charakterystyki pacjentów, czynniki ryzyka, dane dotyczące przebiegu operacji. Dane te są przesyłane do centralnej bazy i tam poddawane wielokierunkowej analizie.
Próba informatyzacji takiego procesu nie jest łatwa, gdyż m.in.:

1. Nie ma jasno sprecyzowanych czynników wpływających na zakażenia, relacje pomiędzy czynnikami nie są do końca określone, wreszcie nie można jednoznacznie określić "siły" wpływu konkretnego czynnika w danym przypadku.
2. Wpływy mają charakter dynamiczny – oznacza to, że raz określony schemat wpływów może nie mieć zastosowania w innym przypadku.
3. Dziedzina jest mocno zróżnicowana – stworzenie schematu dla np. zakażeń miejsca operowanego woreczka żółciowego nie będzie poprawne

w wypadku operacji innego typu.

4. Istnieją spore rozbieżności na linii komunikacji środowiska medycznego z informatycznym.

Proste systemy relacyjne nie zdadzą w tym wypadku egzaminu. Można zaimplementować system pozwalający na raportowanie i proste statystyki, jednakże bardziej złożone analizy mogą stanowić problem – systemy relacyjne opierają się tylko na zależnościach, które są wprost zdefiniowane, nie dają możliwości wyszukiwania nowych relacji, na podstawie zależności pomiędzy już zdefiniowanymi obiektami. Rozwiązań takich problemów raczej należy szukać w systemach ekspertowych i systemach logicznych

W celu zaprezentowania możliwej ścieżki rozwiązania, przedstawimy ontologię zakażeń szpitalnych miejsca operowanego woreczka żółciowego.
Zdefiniowano dziewięć czynników mających wpływ na wystąpienie zakażenia szpitalnego woreczka żółciowego. Są to:

- współczynnik ASA – wartość liczbowa określona na przedziale liczb naturalnych [0..5],
- czas hospitalizacji – czas pobytu pacjenta w szpitalu podany w dniach,
- długość zabiegu – czas trwania operacji podany w godzinach,
- ilość zabiegów w placówce – ilość zabiegów tego samego typu (w typ wypadku usunięcia woreczka żółciowego) wykonanych wcześniej w tej placówce,
- pole operacji – określa czystość i skażenie pola operacji, może przyjmować predefiniowane wartości: brudne, czyste-skażone, czyste, skażone,
- indeks – wartość liczbowa określona na przedziale liczb naturalnych [0..3] wyliczana na podstawie czynników ASA, pole operacji oraz długość zabiegu,
- metoda zabiegu – określa metodę wykonania operacji, przyjmuje jedną z dwóch wartości: tradycyjna lub wideochirurgia,
- tryb operacji – określa czy operacja była nagła, czy planowana,
- wiek pacjenta – podawany w latach.

Jak wcześniej pisaliśmy, nie ma określonych wartości, kiedy dany czynnik wpłynął na wystąpienie zakażenia, a kiedy nie. Ponadto, występują także związki pomiędzy czynnikami (niektóre są zdefiniowane, jak np. zależność pomiędzy indeksem a: ASA, polem operacji i długością zabiegu, którą wylicza się matematycznie; lecz są także związki, których określić liczbowo się nie da, jak np. wpływ wieku pacjenta na długość zabiegu). Na potrzeby przykładu przyjęliśmy dwa podstawowe założenia, które porządkują powyższe:

- Zostaną określone granice wpływów czynników na wystąpienie zakażenia.
- Czynniki wpływają niezależnie od siebie na zakażenie.

Dla każdego z czynników została określona graniczna wartość, po przekroczeniu której wpływ czynnika na zakażenie można uznać za znaczący (oczywiście, można by zamodelować kilka granic, które będą odpowiadały "słabemu" wpływowi, "średniemu", "dużemu", itp.) – np. dla czynnika "Wiek pacjenta" taką granicą jest 65 lat. Dla niektórych czynników (ilość zabiegów

placówki oraz pole operacji) zastosowano podział na więcej niż dwa podzbiory (dla zachowania zgodności z opisem dziedziny w materiałach źródłowych) – jednakże każdy z nich jednoznacznie został określony jako znaczący, bądź nie, tym samym w logicznym sensie podział nadal jest binarny.

Tak określone grupy czynników (będziemy je określać mianem klas/podklas, co znajdzie uzasadnienie w dalszej części artykułu, gdzie opiszemy sposób reprezentacji) następnie zostaną pogrupowane w cztery działy, które określają charakter tychże czynników. Każdy z działów grupuje wszystkie zdefiniowane czynniki na dwie rozłączne grupy (zwane poddziałami):

- Przewidywalność – czynniki pogrupowane ze względu na możliwość ich określenia w momencie przybycia pacjenta do szpitala na przewidywalne i nieprzewidywalne.
- Rozciągłość czasowa – czynniki pogrupowane ze względu na czas trwania występowania czynnika w trakcie pobytu pacjenta w szpitalu na stałe i nagłe.
- Wpływ pacjenta – czynniki pogrupowane ze względu na bezpośredni związek z osobą pacjenta na związane bezpośrednio oraz niezwiązane.
- Wpływ placówki – czynniki pogrupowane ze względu na bezpośredni wpływ placówki na niezależne od placówki oraz zależne.

Poddziały w danych działach są kompletne w ujęciu listy czynników, tzn. zidentyfikowanie u pacjenta chociaż jednego czynnika znaczącego warunkuje przypisanie tego pacjenta do jednego poddziału każdego z działów, przy czym poddziały nie są wzajemnie wykluczające, tzn. ten sam pacjent może zostać przypisany do obydwóch poddziałów danego działu (na podstawie dwóch różnych czynników).

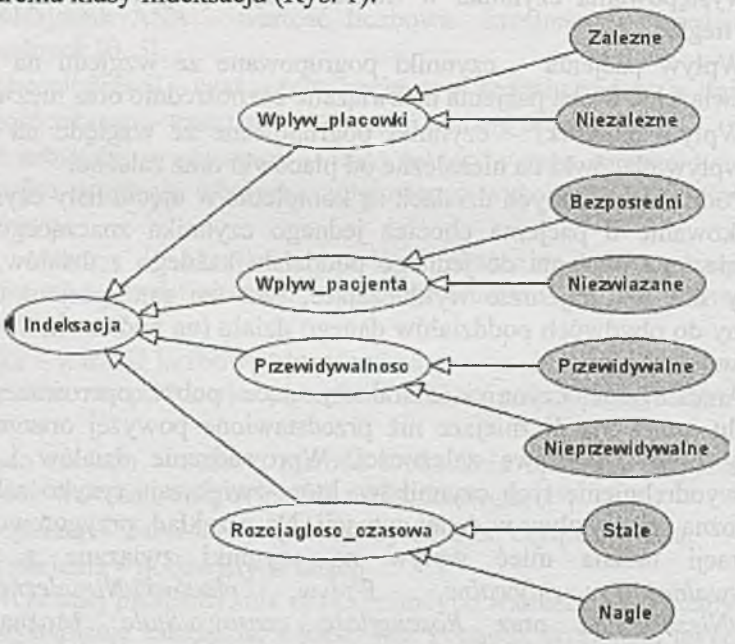
Analizowane czynniki charakteryzujące pobyt operowanego pacjenta w szpitalu mogą być liczniejsze niż przedstawione powyżej oraz mogą istnieć pomiędzy nimi dodatkowe zależności. Wprowadzenie działów i poddziałów ułatwia wyodrębnienie tych czynników, które zwiększają ryzyko zakażenia i na które można mieć wpływ w danej sytuacji. Na przykład, przygotowując pacjenta do operacji można mieć wpływ na czynniki związane z poddziałami *Przewidywalność/Przewidywalne*, *Wpływ placówki/Niezależne*, *Wpływ pacjenta/Niezwiązane* oraz *Rozciągłość czasowa/Stałe*. Można próbować przeprowadzać symulację dobierając parametry w taki sposób, by zmniejszyć ilość czynników ryzyka do dopuszczalnego rozmiaru (na przykład dobierając sposób operacji i zakładany czas jej trwania). Można także wykorzystać system do innych analiz, jak określanie czy oddziały szpitalne o danym sposobie organizacji niosą znaczne ryzyko wystąpienia zakażeń szpitalnych i jakie działania reorganizacyjne należałoby ewentualnie podjąć by to ryzyko ograniczyć.

3. Struktura ontologii

Realizacja powyższego projektu wykorzystuje modelowanie oparte o Logikę Opisową (DL), zapisaną w języku OWL [3]. Oznacza to, że przy opisie posługiwać się będziemy klasami zdefiniowanymi wprost (klasy proste) oraz poprzez restrykcje (klasy złożone), własnościami oraz instancjami.

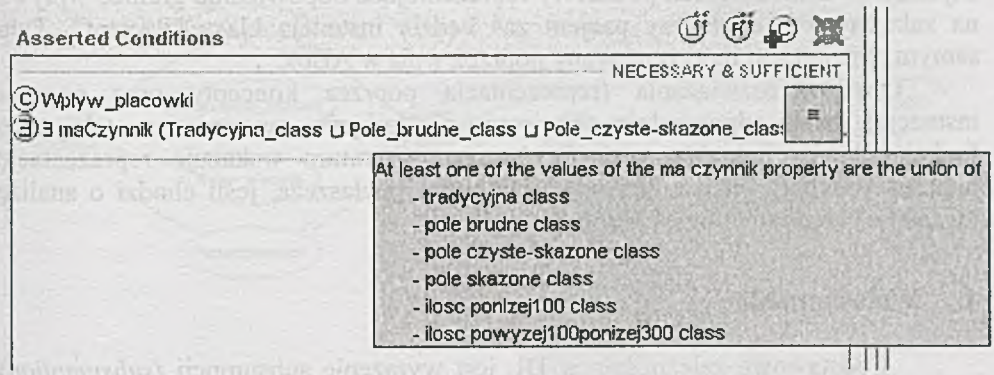
Cały mechanizm wnioskowania, który dokładniej omówimy w dalszej części artykułu, będzie opierał się na podstawowym działaniu w DL, czyli badaniu osiągalności (przynależności).
Ontologia podstawowa składa się z trzech klas głównych:

- Czynniki – klasa prosta bez restrykcji, posiadająca dziewięć podklas (także prostych i także bez restrykcji), które reprezentują poszczególne czynniki. Każda z takich podklas z kolei posiada swoje podklasy, które reprezentują podzbiory określające granicę, kiedy dany czynnik można uznać za znaczący. Każda z tych podklas może być wskazana przez odpowiednią właściwość, której domeną jest klasa "Pacjent" (o której niżej piszemy), zaś zasięgiem odpowiednia dla niej klasa czynnika. Właściwości te także zgrupowane zostały w jednej nadrzędnej nad-właściwości: "maCzynnik".
- Indeksacja – klasa, która definiuje działy wraz z poddziałami. Poniżej hierarchia klasy Indeksacja (Rys. 1):



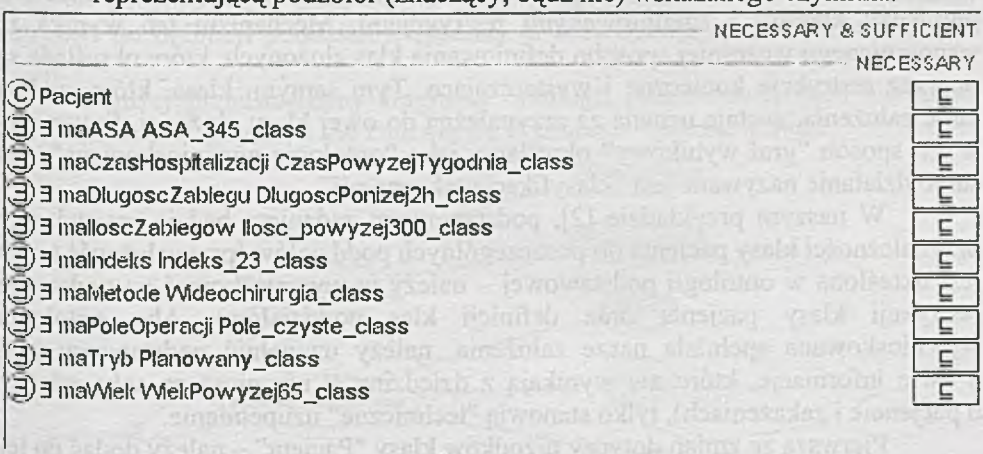
Rys. 1. Graf hierarchii klasy Indeksacja

Każda z podklas reprezentujących poddział (na grafie – klasa z ciemniejszym tłem) jest klasą złożoną, której definicja opiera się na określeniu restrykcji koniecznej i wystarczającej, by dowolna klasa mogła zostać uznana za tą definiowaną. Dla każdego takiego poddziału określona została anonimowa klasa, będąca unią klas reprezentujących poszczególne czynniki (a dokładniej podzbiory czynników, które określają przedział znaczący dla zakażenia – patrz Rys. 2). Wystąpienie relacji pomiędzy klasą Pacjenta, a ową klasą anonimową określonej na właściowości "maCzynnik" oznacza przynależność Pacjenta do danego poddziału (odnajdywanie takich relacji określamy właśnie mianem wnioskowania). Przykładowa definicja poddziału jest przedstawiona na rysunku poniżej:



Rys. 2. Definicja restrykcji dla przykładowego poddziału

- Trzecią z klas głównych, jest klasa "Pacjent". Posiada ona podklasy, które reprezentują poszczególnych pacjentów, u których stwierdzono wystąpienie zakażenia szpitalnego. Każda z takich podklas zawiera restrykcje "konieczne" szczegółowe (Rys. 3). Poszczególne restrykcje wskazują istnienie relacji pomiędzy klasą pacjenta, a odpowiednią klasą reprezentującą podzbiór (znaczący, bądź nie) wskazanego czynnika.



Rys. 3. Restrykcje dla przykładowego pacjenta

Cała ontologia opisana jest poprzez klasy i relacje pomiędzy nimi. W szczególności, każdy z pacjentów opisany jest jako klasa (wraz z restrykcjami). Innymi słowy, oznacza to, że poszczególni pacjenci reprezentowani są przez koncepty – ich definicje znajdują się w TBox, na którym też następuje wnioskowanie. Jednakże, nic nie stoi na przeszkodzie, aby pacjenci byli opisywani przez instancje klas (co, w szczególności dla zaznajomionych z programowaniem obiektowym, może wydawać się bardziej naturalne). Aby zachować tą samą funkcjonalność, należy stworzyć odpowiednie instancje dla klas reprezentujących

czynniki (a dokładniej ich podzbiory reprezentujące odpowiednie granice wpływu na zakażenie) – konkretny pacjent zaś będzie instancją klasy "Pacjent". Tym samym, pacjent jest reprezentowany poprzez wpis w ABox.

Obydwa rozwiązania (reprezentacja poprzez koncepty oraz poprzez instancje), dzięki odpowiednim serwisom wnioskującym zapewnią nam taką samą funkcjonalność, jednakże obecnie dostępna literatura wskazuje reprezentację poprzez koncepty, jako mniej problematyczną (zwłaszcza, jeśli chodzi o analizę i usuwanie błędów w logice ontologii.

4. Wnioskowanie

Podstawową zależnością w DL jest wyrażenie subsumpcji *(subsumption)* $C \subseteq D$, które traktowane będzie jako "przynależność".

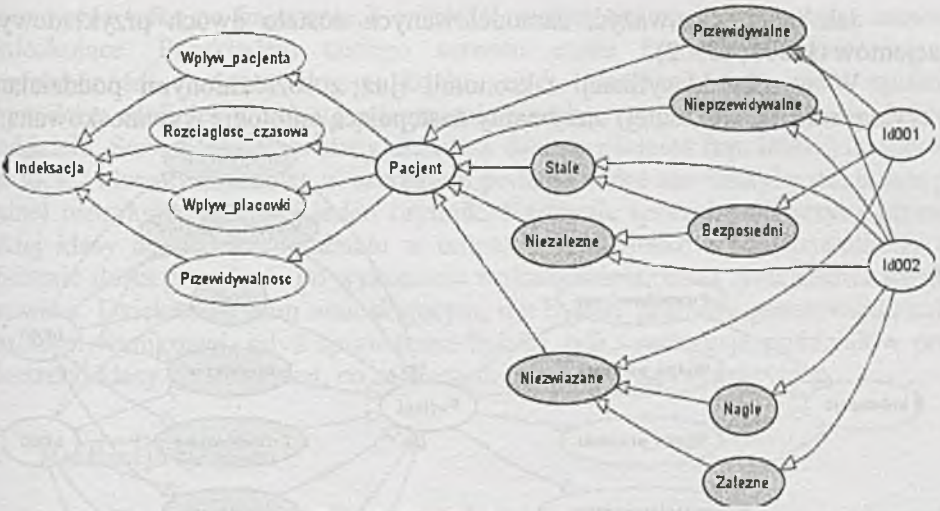
Badanie przynależności polega na sprawdzeniu, czy koncept D jest bardziej ogólny od konceptu C. Szczególnym przypadkiem przynależności jest sprawdzanie spełnialności problemu wyrażenia (*Satisfiability*), kiedy bardziej ogólny koncept przyjmuje się za zbiór pusty (tym samym nie może mieć instancji), co oznacza, że koncept jest niespełnialny.

Sprawdzenie przynależności każdej z klas ontologii podstawowej można rozumieć jako "rozrysowanie od nowa" grafu ontologii, nie tylko na podstawie zdefiniowanych relacji przynależności (subClassOf), ale na podstawie relacji pomiędzy klasami i zdefiniowanymi restrykcjami. Mechanizm ten wynika ze wspomnianego wcześniej sposobu definiowania klas złożonych, które określane są poprzez restrykcje konieczne i wystarczające. Tym samym, klasa, która spełnia takie założenia, zostaje uznana za przynależną do owej klasy złożonej, Stworzony w ten sposób "graf wynikowy" określamy jako "ontologię wywnioskowaną", zaś samo działanie nazywane jest "klasyfikacją taksonomii".

W naszym przykładzie [2], podstawowym zadaniem będzie sprawdzenie przynależności klasy pacjenta do poszczególnych poddziałów (przynależność ta nie jest określona w ontologii podstawowej – należy ją wywnioskować na podstawie restrykcji klasy pacjenta oraz definicji klas poddziałów). Aby ontologia wywnioskowana spełniała nasze założenia, należy uzupełnić podstawowy graf o dwie informacje, które nie wynikają z dziedziny (i nie niosą za sobą wiedzy o pacjencie i zakażeniach), tylko stanowią "techniczne" uzupełnienie.

Pierwsza ze zmian dotyczy przodków klasy "Pacjent" – należy dodać do tej listy każdy z czterech działów (aby podklasa reprezentująca danego pacjenta mogła zostać przypisana jako podklasa danego poddziału, muszą mieć wspólnych przodków – w innym wypadku to poddziały zostaną przypisane jako podklasy klasy Pacjent).

Druga ze zmian wynika z charakteru poddziałów: każdy z nich stanowi pewien zbiór klas reprezentujących czynniki znaczące. Niektóre z poddziałów stanowią podzbiór właściwy innych (jak np. "Nagle" i "Zalezne" stanowią podklasy "Niezwiazane"). Fakt ten, w połączeniu z właściwością serwisu wnioskującego "Get Inferred SuperClasses" zwracającego jedynie bezpośrednich przodków zadanej klasy, powoduje, że zwracane wyniki nie będą kompletne.

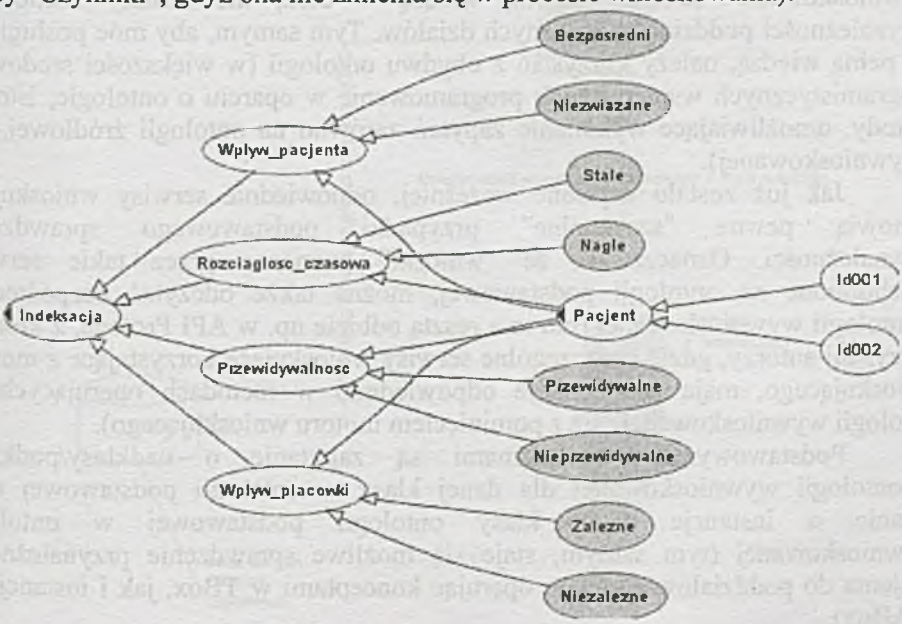


Rys. 4. Ontologia wynikowa

Rysunek 4 przedstawia taką ontologię wynikową. Jak można zaważyć, zapytanie o nadklasy Id001nie zwróci np. Informacji o klasie "Niezalezne".

Jednym z rozwiązań, by uniknąć takiego problemu, jest zróżnicowanie poddziałów między sobą, tak, aby żaden z nich nie mógł zostać uznany za podzbiór drugiego. Zróżnicowanie takie można osiągnąć np. poprzez dodanie odpowiednich restrykcji do definicji poddziałów (szerzej to rozwiązanie zostało przedstawione w [5]).

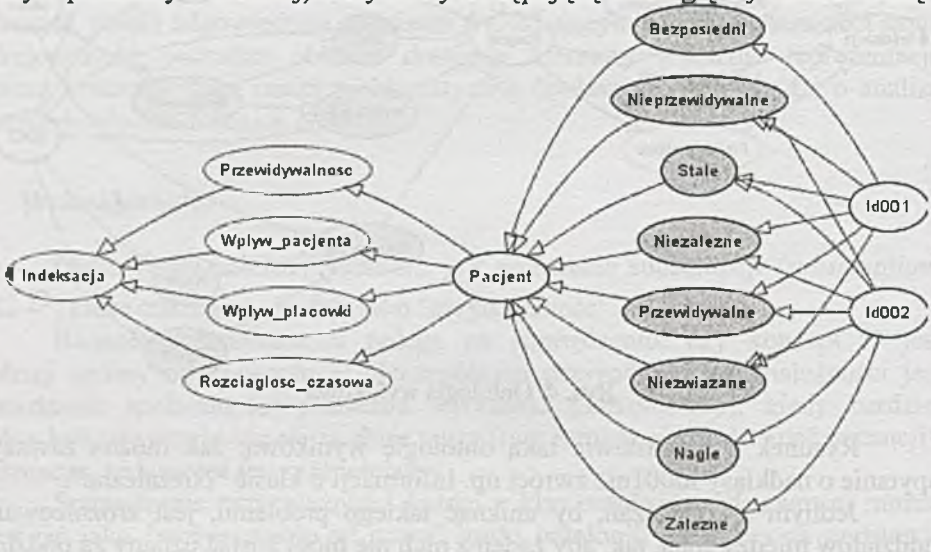
Poniżej przedstawiamy fragment ontologii podstawowej (bez hierarchii klasy "Czynniki", gdyż ona nie zmienia się w procesie wnioskowania):



Rys. 4. Ontologia podstawowa

Jak można zauważyć, zamodelowanych zostało dwóch przykładowych pacjentów (Id001, Id002).

W wyniku klasyfikacji taksonomii (już z rozróżnionymi poddziałami, o czym pisaliśmy wcześniej) otrzymamy następującą ontologię wywnioskowaną:



Rys. 5. Ontologia wywnioskowana

Jak widać, podklasy reprezentujące poszczególnych pacjentów przypisane zostały do odpowiednich poddziałów. Należy przy tym zauważyć, że ontologia wywnioskowana "straciła" pewną wiedzę – otóż, nie zostały zachowane przynależności poddziałów do danych działów. Tym samym, aby móc posługiwać się pełną wiedzą, należy korzystać z obydwu ontologii (w większości środowisk programistycznych wspierających programowanie w oparciu o ontologie, istnieją metody, umożliwiające wykonanie zapytań zarówno na ontologii źródłowej, jak i wywnioskowanej).

Jak już zostało napisane wcześniej, odpowiednie serwisy wnioskujące stanowią pewne "szczególne" przypadki podstawowego sprawdzania przynależności. Oznacza to, że "wnioski" zwracane przez takie serwisy uruchomione na ontologii podstawowej, można także odczytać bezpośrednio z ontologii wywnioskowanej (ma to z resztą odbicie np. w API Protege, z którego korzystali autorzy, gdzie poszczególne serwisy wnioskujące korzystające z motoru wnioskującego, mają także swoje odpowiedniki w metodach operujących na ontologii wywnioskowanej, już z pominięciem motoru wnioskującego).

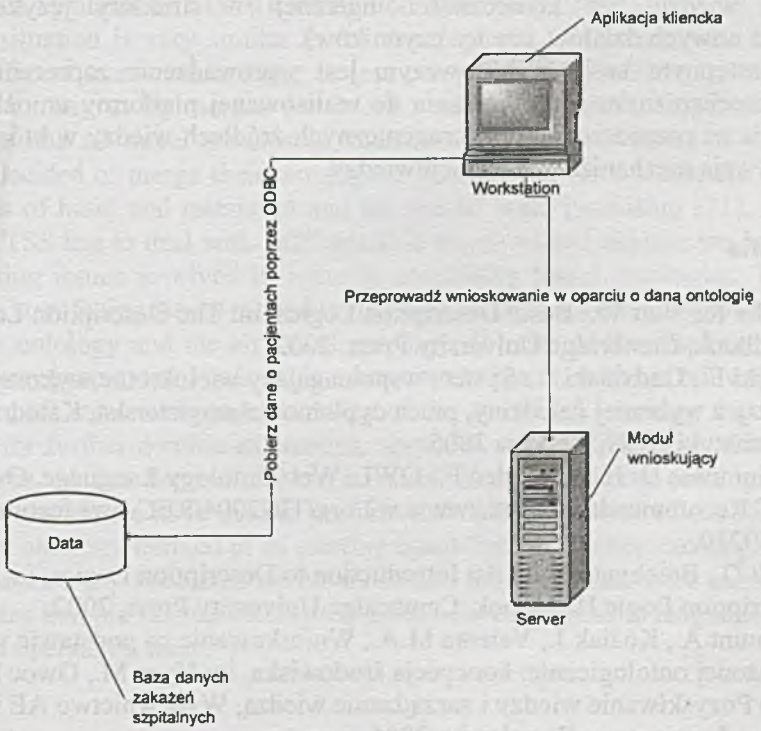
Podstawowymi mechanizmami są zapytanie o nadklasy/podklasy w ontologii wywnioskowanej dla danej klasy w ontologii podstawowej oraz pytanie o instancje danej klasy ontologii podstawowej w ontologii wywnioskowanej (tym samym, staje się możliwe sprawdzenie przynależności pacjenta do poddziałów zarówno operując konceptami w TBox, jak i instancjami w ABox).

Korzystając z wiedzy zawartej w obu ontologiach oraz możliwości

operowania tylko na fragmentach ontologii, można tworzyć także własne serwisy wnioskujące. Przykładem takiego serwisu może być sprawdzanie "wagi" przynależności pacjenta do poddziału, czyli określanie jak wiele spośród czynników zdefiniowanych u pacjenta, miało wpływ na przypisanie go do danego poddziału. Serwis taki, wywołany dla klasy danego pacjenta (np. Id001) tworzyłby "w locie" klasę tymczasową z szeregiem podklas, które zawierałyby dokładnie po jednej restrykcji opisującej jeden czynnik. Następnie sprawdzenie przynależności takiej klasy do danego poddziału w ontologii wywnioskowanej pozwoliłoby na zliczenie ilości przypisań. Po wykonaniu wnioskowania, klasa tymczasowa byłaby usuwana. Dzięki serwisom wnioskującym, nie byłoby potrzeby generowania całej ontologii wynikowej, gdyż sprawdzane byłyby tylko restrykcje poddziałów oraz hierarchii klasy tymczasowej, co zaoszczędzi czas i pamięć operacyjną.

5. Realizacja systemu

Aplikacja składa się z aplikacji klienckiej, gdzie budowane są zapytania, połączonej z zewnętrznym motorem wnioskującym, którego rolę pełni Racer. Obecna wersja aplikacji ma za zadanie wyświetlić zestawienia w postaci wykresów. Pierwszy z wykresów przedstawia procentowe przyporządkowanie pacjentów do poszczególnych Poddziałów, drugi natomiast to diagram obrazujący procentowy udział czynników znaczących w rozpoznanych zakażeniach



Rys. 7. Budowa systemu

Podsumowanie

Najważniejszą cechą podejścia ontologicznego jest rozdzielenie wiedzy od jej sposobu reprezentacji i możliwość wprowadzenia logiki do opisu semantyki. Zastosowanie formalizmu opartego na logice pierwszego rzędu, jakim jest Description Logic, sprawia, że projektant nie odpowiada za realizację specyficznego algorytmu wnioskowania, gdyż wykorzystywane aksjomaty logiki pierwszego rzędu zapewniają taką poprawność. Z kolei oparcie reprezentacji na teorii sieci (stanowiącej rozszerzenie teorii grafów) pozwala na łatwość wyrażania powiązań pomiędzy konceptami.

Tym samym dostajemy narzędzie, które daje szanse na ustalenie optymalnego kompromisu pomiędzy ekspresyjnością, a formalizmem niezbędnym do automatyzacji procesów.

W dziedzinie zakażeń szpitalnych, podejście ontologiczne może pozwolić na wykrywanie nowych zależności pomiędzy czynnikami. Wymaga to oczywiście stworzenia dużo bardziej złożonej ontologii, niż ta przedstawiona w artykule, jednakże wydaje się, że wprowadzenie podziału na grupy czynników, może ułatwić analizę zależności przyczynowo-skutkowych w tak ważnym temacie, jakim są zakażenia szpitalne.

Należy także zaznaczyć, że oddzielenie semantyki od reprezentacji, pozwala na płynne rozbudowywanie opisu semantycznego bez konieczności wprowadzania modyfikacji do istniejących aplikacji. Oznacza to, że można łatwo poszerzać wiedzę, bez konieczności ingerencji w struktury językowe (np. dodawanie nowych działów, czy też czynników).

Następnym krokiem badawczym jest wprowadzenie zaprezentowanych w pracy mechanizmów wnioskowania do realizowanej platformy umożliwiającej operowanie na rozproszonych, heterogenicznych źródłach wiedzy w której istotną rolę odgrywają mechanizmy integracji wiedzy.

Bibliografia

1. Baader R., Nutt W.: Basic Description Logics in: The Description Logic Handbook, Cambridge University Press, 2002.
2. Balicki F., Dudziński Ł.: System wspomagający wielokrotne wykorzystanie wiedzy z wybranej dziedziny, praca dyplomowa-magisterska, Katedra Informatyki AGH, Kraków 2005.
3. McGuinness D. L., Harmelen F.: OWL. Web Ontology Language. Overview, W3C Recommendation, htt://www.w3.org/TR/2004/REC-owl-features-20040210.
4. Nardi D., Brachman R. J.: An Introduction to Description Logics, in: The Description Logic Handbook, Cambridge University Press, 2002.
5. Zygmunt A., Koźlak J., Valenta M.A.: Wnioskowanie na podstawie wiedzy wyrażonej ontologicznie: koncpecja środowiska, in: Nycz M., Owoc M.L. (eds) Pozyskiwanie wiedzy i zarządzanie wiedzą, Wydawnictwo AE im. Oskara Langego we Wrocławiu, 2005.

ROZDZIAŁ XI

ONTOLOGICAL REUSABILITY IN STATE-OF-THE-ART SEMANTIC LANGUAGES

Michał SZYMCZAK, Maciej GAWINECKI, Mladenka VUKMIROVIC, Marcin PAPRZYCKI

Introduction

Recently, we have proposed utilization of semantically demarcated data in agent-based Travel Support System (TSS) [22, 24] and have developed ontologies of a *hotel* and a *restaurant* [20, 21, 23]. Currently we are extending these ideas to an agent-based airline ticket auctioning system [38] and proposed an initial version of a generalized air travel ontology [39]. Development of these three ontologies proceeded almost without communication between their authors. The *hotel ontology* was based on analysis of hotel descriptions stored in Internet-based travel agencies. The *restaurant ontology* resulted from the RDF demarcated data stored in the ChefMoz repository. Finally, the *air travel ontology* originated from in-depth study of the *International Air Transport Association* (IATA) manuals and information available in Global Distribution Systems (GDS) [31, 32, 33, 37]. Note that this situation is very similar to the development of the Semantic Web [11], where different teams create more or less comprehensive (sub)domain ontologies that are one day to be merged (or interact with each other). Obviously, hotels, restaurants and air travel are closely interrelated as pars of "world of travel" and thus we decided to merge their ontologies. Initially, we have shallowly combined ontologies of hotel and restaurant and the results were promising [21]. However, since the TSS has to deal with "all" possible travel related objects, we had to start investigating issues involved in robustly combining travel ontologies. Therefore, we had to start facing issues related to: (a) differences between combined hotel and restaurant ontology and the air travel ontology, (b) size of the resulting ontology, (c) necessary preparations to include other travel objects, such as: railroad, cinema, opera etc., (d) robustness and flexibility of the combined ontology that has to be prepared for further domain extensions, upgrades and modifications. Since one of the mantras of the Semantic Web is reusability of existing ontologies, when starting our work, we have tried to perform a simple integration of our system with a currency ontology defined in an existing agent-based currency exchange system – Cambia service [6]. Problems we have run into indicated that there exists a whole set of issues that are related incompatibilities between semantic language and tools that are to operate on them.

The aim of this note is to discuss these issues. We proceed as follows. First, we briefly examine existing semantic languages and elaborate the language choice made for our system. Next we discuss issues involved in combining hotel, restaurant and air travel ontologies. Lastly an attempt to integrate external *Cambia* agent system with our system and problems which have occurred is described and analyzed.

1. Why Resource Description Framework?

While a number of languages for semantic content demarcation have been created, three of them are most popular today:

- *Extensible Markup Language* (XML) and *XML Schema* (XSD),
- *Resource Description Framework* (RDF) and *RDF Schema* (RDFS),
- *Web Ontology Language* (OWL).

Creating general travel domain ontology for the TSS brought us to define the following requirements for the ontology language:

1. machine and human readability;
2. support for inference rules, particularly support for *"is-a"* relationship, i.e.:
    a. *top-down inheritance* of attributes,
    b. *bottom-up inheritance* of instances;
3. means for reuse of existing ontologies.

In other words, such language should allow agents and humans to: (a) interpret resources as a representative of particular classes, (b) define new classes and their properties, (c) attach human readable labels, (d) organize classes in hierarchical order and (e) reuse already defined concepts. Note that in our context precision of a language expression is not of key importance. Let us now compare the three languages.

1.1. RDF and RDFS vs. XML and XSD

XML provides an easy formal syntax for document description, while XSD allows defining data types and data structures [35, 12, 13, 14]. In Table 1 we present main differences between RDF(S) and XML with XSD:

RDF(S)	**XML with XSD**
Only basic data types from XSD	Data types and structures
Ordering elements must be explicitly defined with collection constructs; otherwise it does not matter	Order of elements does matter, their order is part of semantics
Semantics based on RDF graphs	Semantics based on XML infosets [26]
Types of elements are classes	Types of elements do not need to have any meaning
Supports *"is-a"* relationship	Lacks support for *"is-a"* relationship

Table 1 : Main differences between RDF(S) and XML with XSD [18, 19, 25, 35]

Please note that although RDF is an application of XML, it delivers triple-based semantics. The role of each element in a statement is precisely defined and allows for inference on described resources. Moreover, one can define range and domain of each property in RDF(S). The latter feature enables defining constraints on properties and delivers additional inference rules for both, object and subject, of the property. Pure XML does not provide such rich semantics. Moreover, structure of an XML document cannot vary from its XSD definition, while document structure flexibility is one of the features of RDF(S). Thus XML with XSD was found unsuitable for our system.

1.2. OWL vs. RDF(S)

OWL is based on RDF and introduces the following additional features [35, 16, 17]:

- functional and inverse functional properties;
- local domain and range constraints;
- cardinality constraints;
- transitive and symmetric properties (e.g. *sameAs* property);
- logic-based class construction (union, intersection, complement, restriction);
- one URI for whole ontology.

Both, OWL and RDF meet our requirements. Moreover, OWL not only has all features of RDF, but also brings richer vocabulary which improves inference and precision of resource description. The reason for not using OWL is that we did not need all its features, such as setting constraints and cardinalities on classes and assigning a separate URI for each ontology. Neither the explicit declaration of external ontology import nor similarity between concepts definition are required. Despite the fact that RDF is less precise, it seems to provide greater reusability of ontologies, as they are more often expected to simply conceptualize particular domain rather than express complex constraints of concepts. What is also important is better performance of RDF reasoners and parsers in comparison with similar OWL tools [18, 25].

2. Reuse of RDF ontologies

Originally, we created two autonomous ontologies of: hotel, restaurant. In [21] we have presented elementary integration of hotel and restaurant ontologies. This involved only simple reference points, such as for instance named properties for stating that a restaurant can be placed inside of a hotel or that a particular restaurant and a particular hotel are placed close to each other. Recently co-development of both ontologies became more mature, air travel ontology has been introduced and some sub-

ontologies have been distinguished. These modifications forced us to re-consider integration of all ontologies. Such integration proceeds iteratively and consists of following stages:

1. identification of intersections between ontologies that are to be integrated,
2. merging discovered common parts,
3. updating references to other concepts.

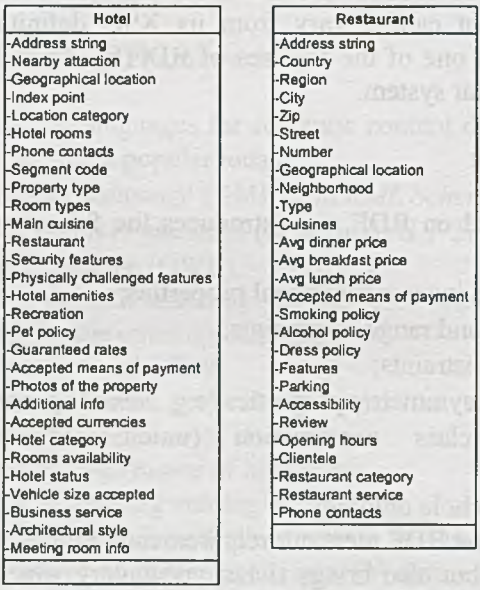


Figure 1. Hotel and Restaurant ontologies before location property integration

2.1. Location description unification

Geographical location is one of common features of restaurant and hotel ontologies. Figure 1 presents both ontologies before integration. Each class describes geographical location through its own set of geographical properties, such as: street address, country, city/town, region, zip code, reference points or location description. Consequently, a separate class called *OutdoorLocation* can be created and union of location describing properties from both classes assigned to this class.

After separation of concepts, we proceed with integration. As both, *Hotel* and *Restaurant*, classes are temporarily deprived of any geographical location description they can become a sub-classes of *OutdoorLocation*. Due to the definition of sub-class relationship both classes inherit properties which are defined for their parent classes. Moreover, instances of a hotel or a restaurant can be perceived as instances of *OutdoorLocation* class. This generalization, when implemented in RDF, does not force us to define all geographical location properties when an instance of a hotel or a

restaurant is created. If, for example, geo-position is unknown and we want to fill only address properties then *geoPosition* property can be omitted. The resulting, combined ontology can be found in Figure 2.

Additional advantage of the proposed hierarchy is that it allows creating new classes which represent particular geographical location in a simplified manner. It is perfectly enough to create such a class as a sub-class of *OutdoorLocation* and define the class-specific properties. This issue appeared when we wanted to develop airport location description for the purpose of the air travel ontology (see Figure 3).

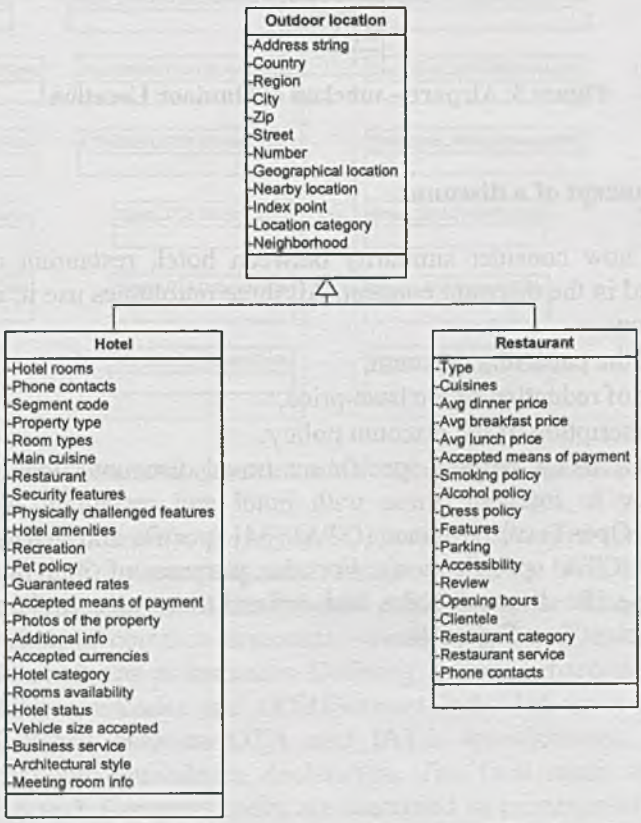


Figure 2. Hotel and Restaurants – subclasses of Outdoor Location

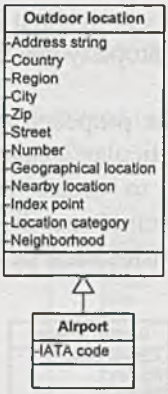


Figure 3. Airport – subclass of Outdoor Location

2.2. Sharing concept of a discount

Let us now consider similarity between hotel, restaurant and air travel ontologies found in the discount concept. All three ontologies use it; containing the same information:

- code of the particular discount,
- amount of reduction of the base-price,
- short description of the discount policy.

However, IATA defined specific air travel discount codes. The question has arisen: how to integrate these with hotel and restaurant discount codes (including both OpenTravel Alliance (OTA) [34] specific and general discounts – omitted in the OTA specification). For the purpose of integration we have distinguished specific discount codes and defined those as sub classes of general *DiscountCodes* class (see Figure 4).

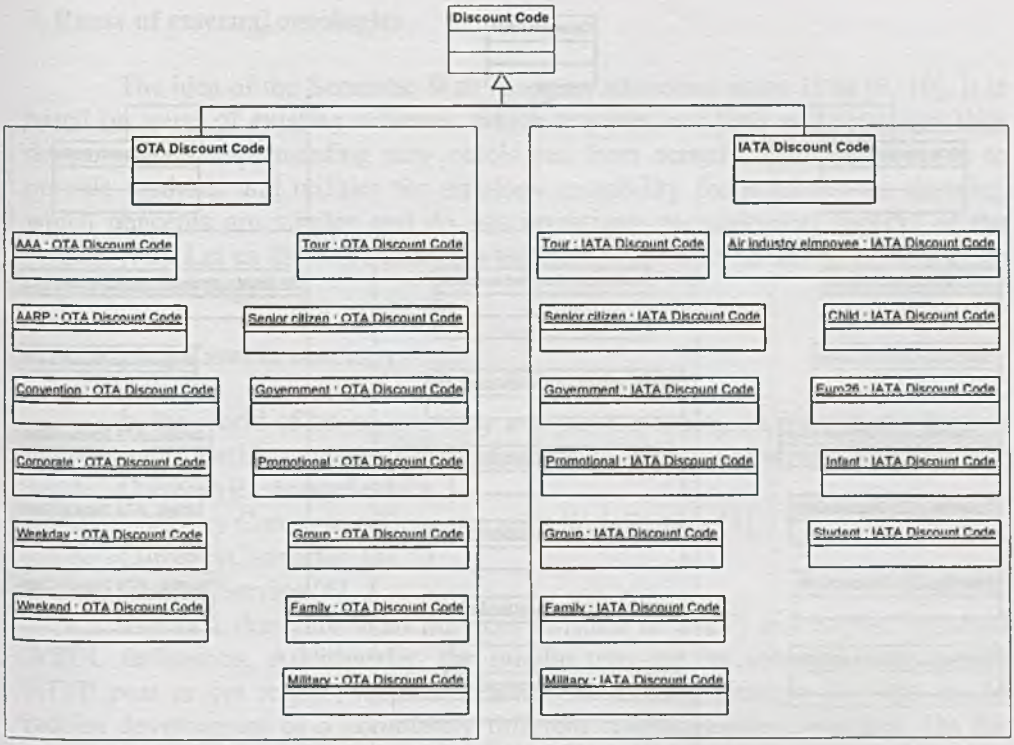


Figure 4. Discounts class and initial hierarchy of Discount Codes

Furthermore, *Family*, *Government*, *Group*, *Military*, *Promotional*, *Senior Citizen* and *Tour Conductor* discount codes appear in both IATA and OTA specifications. This allows us to proceed with a tighter integration. We can distinguish a class of common discounts – *IataOtaCommonDiscountCodes* – and define the seven codes as its instances. Defining common discount codes as a sub-class of *OTADiscountCodes* and *IATADiscountCodes* led us to specification of concept equivalence between OTA and IATA specifications, again, without making any explicit equivalence declaration. The final result of integration is depicted in Figure 5. Common codes are identified as members of the same class. The sub-class relation defines them also as instances of both: OTA and IATA discount codes classes. Hence, a group of codes can be used either in hotel, restaurant or air ticketing system.

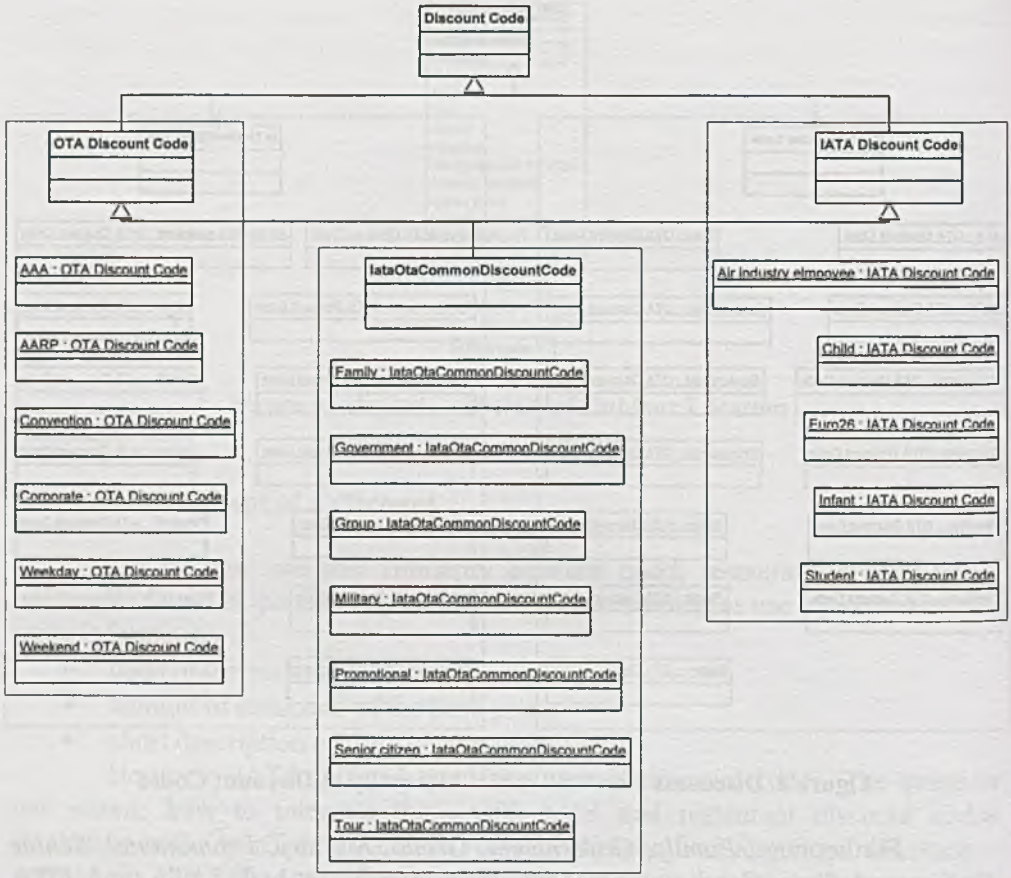


Figure 5. All discount code classes with the distinguished common discount codes.

Presented examples illustrate differences in the integration process for the property and the instance equivalence. In the first example common properties were promoted to become properties of the super-class of classes that shared them – a general class was defined. In the case of discount codes, equivalent instances were demoted to instances of a new class, sub-classes of which represented types of common resources. The latter example illustrates also a method to deal with concepts equivalence definition without explicit statement of this relation; such as the OWL property: *sameAs*.

3. Reuse of external ontologies

The idea of the Semantic Web has been advocated since 1998 [9, 10]. It is based on reuse of existing schemas, which requires less time and resources than designing and implementing new ontologies from scratch. Existing attempts to provide methods and utilities for ontology reusability focus mostly on deciding which concepts are similar and do not investigate technological aspects of the process [36]. Let us therefore illustrate technological issues involved in reusability of external ontologies.

3.1. Reusing Cambia ontology

In the world of travel, currency and payments play an important role, and thus we have considered usage of one of existing currency conversion services:

1. CurrencyExchangeService [3],
2. Currency Conversion Demonstration Web Service [4],
3. CurrencyConvertor [5],
4. Cambia Service [6].

The first three are Web Services (written in .NET) and expose standard WSDL definitions. Additionally, the middle two can be accessed with simple HTTP *post* or *get* request methods. However, utilizing them in the TSS would require development of a completely different communication approach. On the other hand, the latter service exposes FIPA-agent compliant interface, which can be requested through a *FIPA Request Protocol* [27]. Furthermore, the strength of the *Cambia* service lies in the fact it provides ontology for currency conversion. Our original currency ontology allowed only to demarcate the currency code, while the *Cambia* ontology provides detailed conceptualization of the exchange rate, conversion date, currency amount and a hierarchy between these concepts. By utilizing the *Cambia* ontology through a module responsible for communication with *Cambia* service we could:

1. adapt rich currency ontology to our system,
2. extend our system with currency conversion functionality.

Here, we are aiming at:

1. re-using the *Cambia* ontology in our system,
2. specifying currency-related messages to be intelligible to the *Cambia* service.

Cambia ontology was created in Protégé Frames application as an RDF Schema ontology. Interestingly, we have found that it contains also elements from the namespace of Protégé vocabulary, such as: *OverridenProperty* or *min-/max-Cardinality*. This introduces a substantial overhead, as these rules and restrictions are handled **outside of our** TSS. Even more so, this means that *Cambia* ontology is prepared specifically to be used within the context of Protégé created ontologies, which makes it rather inflexible. This dependency can be removed by re-opening the ontology and re-saving it using pure RDFS syntax. This operation can be done either in Protégé

Frames tool or programmatically using Protégé Java API. It reduces the size of the ontology from 345 to 117 statements. Also, as opposed to the original currency ontology, this modified version is compatible with the 2.3 version of the Jena framework [30]. More specifically, *Cambia* ontology was implemented with an older version of RDFS (*http://www.w3.org/TR/1999/PR-rdf-schema-19990303*) which resulted in Jena Framework ignoring any RDFS concept utilized in the ontology. When we tried to create a new model object of the original ontology we could not access any class defined in this ontology through the standard interface *OntModel*. Overall, until we have corrected the RDFS namespace, we could not access RDFS resources of *Cambia* currency conversion ontology within Jena 2.3.

Let us also note that *Cambia* ontology was designed in order to easily generate ontology java classes in Protégé with the BeanGenerator plugin [28]. These classes can be then used to create FIPA SL demarcated content [29] of ACL messages which are understandable by the *Cambia* service. Structure of each property in such an ontology defines the *rdfs:range* to be any *rdfs:Class*. The specific range is defined by the Protégé system property *allowedParents*. The latter property is not interpreted natively by Jena. Moreover, when re-saving the original *Cambia* ontology in pure RDFS syntax with the Protégé application, the transformation from:

```
:propertyA
  rdfs:range rdfs:Class;
    protegeSystemNS:allowedParents rdfs:RangeClassOfPropertyA.
```

to:

```
:propertyA
  rdfs:range rdfs:RangeClassOfPropertyA.
```

was not performed. As a consequence, neither the original nor the transformed ontology has clearly defined property ranges according with the RDF(S) specification. Let us summarize this analysis in Table 2.

Feature	Cambia service ontology	Transformed Cambia service ontology
RDFS syntax recognition by Jena 2.3	No	Yes
Size of the overhead	228 statements	0 statements
RDFS syntax recognition by BeanGenerator	Yes	Yes
Syntax standard	RDF(S) + Protégé system vocabulary	RDF(S)
Property ranges visible in Protégé	Yes	No
Property ranges visible in Jena 2.3	No	No

Table 2. Experiment of Cambia ontology reuse summary

3.2. Reusing OWL ontology

As ontology languages are getting more and more mature and number of existing, comprehensive ontologies grows, need to reuse an existing OWL ontology in a system might arise. There are two main issues that arise in the general case, when employment of OWL ontology into as system like ours is considered: (1) whether to extend our system with the module for operating OWL ontologies or (2) provide semantic level translation between OWL and RDFS.

Our system can access and operate on the ontology through the *OntModel* interface (from the Jena framework) using methods which refer to classes and properties, but when one would like to refer to OWL ontology resources, different methods would have to be used, especially to access OWL-specific properties such as: data-type, object, ontology and annotation properties etc. [8, 9]. However, building or upgrading a special module is time and resource consuming operation. This could also lead to lost of consistency between ontologies written in different languages.

For efficient reuse of the existing OWL ontology we propose its translation to RDFS. Rules for this translation should be simple and limited to translation of all types of classes from OWL to resources defined as *rdfs:Class* and, similarly, different kinds of properties defined in OWL ontology would become resources of *rdf:Property* type.

Simple web application which enables such a mapping can be found at [1]. It has been tested and it produces valid RDFS ontologies which can be read and managed through Jena. Although it is said to be based on Protégé API [2], our survey has shown that Protégé application itself does not support mapping from OWL to RDFS.

Alternatively, transformation which is being discussed can be performed by an adequate definition of *Extensible Stylesheet Language Transformation* (XSL-T).

4. Concluding remarks

In this paper we have addressed practical issues involved in ontology management. In particular, we were interested in merging ontologies describing common aspects of the world (e.g. world of travel); and in re-use of existing ontologies. We have discussed how we merged ontologies of hotel, restaurant and air travel and believe that this approach, while possibly not highly scalable (it is difficult to envision it working smoothly with ontologies consisting of millions of concepts), can be successful. In the case of ontology re-use we have shown that changes in the tools can easily make ontology prepared using one tool completely unusable with another tool.

Currently we are completing the three-ontology-integration process. Our future work includes the following: (1) introduction of ontologies of other travel objects, such

as: railroad, cinema or theatre, (2) building a currency conversion mediator agent cooperating with *Cambia* service, (3) testing Protégé API in order to build translator OWL to RDFS. We will report on our progress in subsequent publications.

References

1. OWL2RDFS, http://www.cs.vu.nl/cgi-bin/mcaklein/owl2rdfs
2. Onto-tech, http://www.cs.vu.nl/~se/onto-tech.txt
3. CurrencyExchangeService, http://services.xmethods.net:80/soap
4. Currency Conversion Demonstration Web Service, http://www.webcontinuum.net/webservices/ccydemo.asmx
5. CurrencyConvertor, http//www.webservicex.net/CurrencyConvertor.asmx
6. Cambia Service, http://zurich.agentcities.whitestein.ch/Services/Cambia.html
7. Jena 2 Ontology API – General concepts, http://jena.sourceforge.net/ontology/index.html#generalConcepts
8. Jena Documentation, http://jena.sourceforge.net/documentation.html
9. Semantic Web Road map, http://www.w3.org/DesignIssues/Semantic.html
10. The original proposal of the WWW, HTMLized, http://www.w3.org/History/1989/proposal.html
11. W3C Semantic Web, http://www.w3.org/2001/sw/
12. XML Schema PART 0: Primer Second Edition, http://www.w3.org/TR/xmlschema-0/
13. W3C XML Schema, http://www.w3.org/XML/Schema
14. XML Schema Tutorial, http://www.w3schools.com/schema/default.asp
15. OWL Web Ontology Language – Use Cases and Requirements, http://www.w3.org/TR/webont-req/
16. OWL Web Ontology Language – Overview, http://www.w3.org/TR/owl-features/
17. Introduction to OWL, http://www.w3schools.com/rdf/rdf_owl.asp
18. Davis J., Fensel D., Harmelen F.: Towards the Semantic Web: Ontology-Driven Knowledge Management, John Wiley & Sons, (2003).
19. Fensel D.: Ontologies: A Silver Bullet for Knowledge Management and Electronic Commerce, Springer, Berlin, (2001).
20. Gawinecki M., Gordon M., Nguyen N. T., Paprzycki M., Szymczak M.: RDF Demarcated Resources in an Agent Based Travel Support System. In: M. Golinski et. al. (eds.), Informatics and Effectiveness of Systems, PTI Press, Katowice, (2005), 303- 310.
21. Gawinecki M., Gordon M., Nguyen N. T., Paprzycki M., Vetulani Z.: Ontologically Demarcated Resources in an Agent Based Travel Support System. In: R. K. Katarzyniak (ed.) Ontologies and Soft Methods in Knowledge

Management, Advanced Knowledge International, Adelaide, Australia, (2005), 219-240.
22. Vukmirovic M., Szymczak M., Ganzha M., Paprzycki M.: Utilizing Ontologies in an Agent-based Airline Ticket Auctioning System. In: Proceedings of the 28th ITI Conference, (to appear).
23. Gordon M., Kowalski A., Paprzycki A., Pełech T., Szymczak M., Wąsowicz T.: Ontologies in a Travel Support System. In: D. J. Bem et. al. (eds.) Internet 2005, Technical University of Wroclaw Press, (2005), 285-300.
24. Vukmirovic M., Ganzha M., Paprzycki M.: Developing a Model Agent-based Airline Ticket Auctioning System. In: Proceedings fo the IIPWM Conference (to appear).
25. Greenberg J., Sutton S., Campbell D.G.: Metadata: A Fundamental Component of the Semantic Web. In: Bulletin of the American Society for Information Science and Technology, 4(29), (2005), 16-18.
26. XML Information Set (Second Edition), http://www.w3.org/TR/xml-infoset/
27. FIPA Request Interaction Protocol Specification, http://www.fipa.org/specs/fipa00026/PC00026D.pdf
28. Beangenerator, http://acklin.nl/beangenerator/
29. FIPA SL Content Language Specification, http://www.fipa.org/specs/fipa00008/SC00008I.html
30. Jena Semantic Web Framework, http://jena.sourceforge.net/
31. International Air Transport Association, http://www.iata.org/
32. IATA Airline Coding Directory – Airline Destignators, Dec 1, 2005 until Dec 1, 2006
33. IATA Standard Schedules Information Manual, Mar 1, 2006 until Sep 30, 2006
34. OpenTravel Alliance, http://www.opentravel.org/
35. Baclawski K.: Versatile Information Systems - Tutorial on the Semantic Web
36. Fernández M., Cantador i., Castells P.: CORE: A Tool for Collaborative Ontology Reuse and Evaluation. In: 4th International Workshop on Evaluation of Ontologies for the Web (EON 2006) at the 15th International World Wide Web Conference (WWW 2006). Edinburgh, UK, (2006).
37. IATA Reservations Service Manual, 23rd Edition, Effective 1st June, 2006.
38. Vukmirovic M., Szymczak M., Ganzha M., Paprzycki M.: Utilizing Ontologies in an Agent-based Airline Ticket Auctioning System. In: Proceedings of the 28th ITI Conference (to appear)
39. Vukmirovic M., Ganzha M., Paprzycki M.: Developing a Model Agent-based Airline Ticket Auctioning System. In: Proceedings of the IIPWM Conference (to appear)

ROZDZIAŁ XII

ZASTOSOWANIE SYMBOLICZNEJ REPREZENTACJI ZDAŃ JĘZYKA NATURALNEGO DO EFEKTYWNEGO ZARZĄDZANIA WIEDZĄ W SYSTEMIE EKSPERTOWYM

Zbigniew BUCHALSKI

Wstęp

Jednym z zagadnień badanych od lat na gruncie psychologii poznawczej i lingwistyki jest rozumienie języka naturalnego. Szczególnie trudnym aspektem badań w tym zakresie jest ujęcie w ramy formalne problemu reprezentacji semantyki języka. Stworzenie i wykorzystanie takiego formalizmu byłoby niezwykle przydatne przy projektowaniu systemów informatycznych porozumiewających się z użytkownikiem przy użyciu języka naturalnego. Pewne próby w tym zakresie byłoby czynione przez Fillmore'a (ramy przypadków) i Schanka (zależności pojęciowe) [10,11]. Opracowano również rozwiązania tego problemu bazujące na sieciach semantycznych.

Niniejsza praca poświęcona jest symbolicznemu podejściu do problemu budowy systemów inteligentnych. Podejście symboliczne oparte jest na przetwarzaniu wiedzy zapisanej w postaci odpowiednich symboli. W pracy przedstawiono pewien sposób pozyskiwania wiedzy i zarządzania wiedzą zawartą w bazie wiedzy systemu ekspertowego z wykorzystaniem symbolicznej reprezentacji zdań języka naturalnego.

Dziedzina systemów ekspertowych obejmuje obszar zagadnień technicznych oraz metodologicznych, zmierzających do użycia komputerów przy rozwiązywaniu złożonych problemów decyzyjnych [5, 6, 7, 12]. Rozwiązując problemy z pewnej dziedziny wiedzy komputer powinien dysponować zrozumiałym dla siebie opisem wiedzy z zakresu rozpatrywanego problemu oraz zbiorem zasad (reguł i mechanizmów wnioskowania) umożliwiających znalezienie rozwiązania tych problemów.

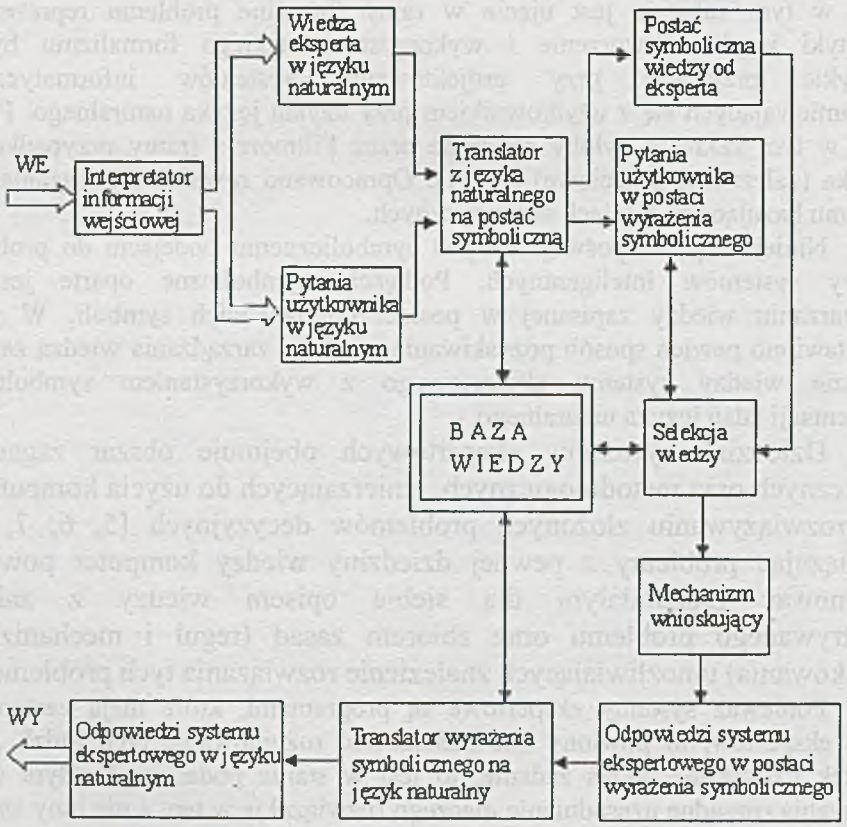
Ponieważ systemy ekspertowe są programami, które mają zastępować ludzi - ekspertów, to powinny one naśladować rozumowanie tych ludzi. Jeżeli człowiek rozwiązuje jakieś zadanie, to jest w stanie podać na każdym etapie rozwiązania rozsądne uzasadnienie dlaczego rozwiązał je w ten, a nie inny sposób. Podobnie system ekspertowy, w każdym cyklu wnioskowania powinien uzasadniać przyjęte rozwiązanie.

Trudno podać ściśle wyznaczniki tej technologii, gdyż jest ona w trakcie intensywnego rozwoju. Niemniej jednak, można podać kilka cech odróżniających systemy ekspertowe od konwencjonalnych programów komputerowych. Cechy te, jak się wydaje, tworzą współczesny paradygmat systemów ekspertowych i są następujące:

- jawna interpretacja wiedzy i oddzielenie jej od procesów sterowania,
- zdolność wyjaśniania znalezionych przez system rozwiązań problemów,
- przetwarzanie wiedzy wykorzystujące głównie przetwarzanie symboli, w mniejszym zaś stopniu przetwarzanie numeryczne,
- do rozwiązywania problemów wykorzystywane są głównie różne metody rozumowania (wnioskowania), w mniejszym zaś stopniu algorytmy.

1. Schemat blokowy systemu ekspertowego

Schemat blokowy działania systemu ekspertowego przedstawiony został na poniższym rysunku:



Rys. 1. Schemat blokowy systemu ekspertowego

Pierwotną postacią wiedzy wprowadzanej do systemu ekspertowego bądź przez użytkownika tego systemu, bądź przez eksperta jest wiedza wyrażona w postaci zdań języka naturalnego [1, 9]. O tym czy na wejście systemu ekspertowego podawana jest informacja od użytkownika czy od eksperta decyduje interpretator informacji wejściowej. Wiedza od eksperta i pytania użytkownika

wyrażone w języku naturalnym są następnie przekształcane na postać symboliczną poprzez translator. Translator korzysta ze słownika zawartego w bazie wiedzy, który odwzorowuje słowa języka naturalnego w odpowiednie symbole.

Informacja wprowadzana przez eksperta na WE systemu ekspertowego po odpowiedniej selekcji jest nakładana na wiedzę znajdującą się już w bazie wiedzy. Pytania od użytkownika przychodzące na WE systemu ekspertowego dotyczą: rozwiązania przez system ekspertowy określonego problemu, bądź konsultacji na linii użytkownik – system ekspertowy, bądź też przedstawiają żądanie uzasadnienia linii rozumowania przeprowadzonego przez system ekspertowy.

Żądania użytkownika wyrażone w postaci symbolicznej powodują wyselekcjonowanie z bazy wiedzy tych reguł i faktów, które reprezentują wiedzę adekwatną do pytań użytkownika. Mechanizm wnioskujący powoduje wypracowanie przez system ekspertowy odpowiedzi na pytania użytkownika. Odpowiedzi te w postaci wyrażenia symbolicznego podlegają następnie translacji na język naturalny i podawane są na WY systemu ekspertowego

2. Proces akwizycji wiedzy do bazy wiedzy

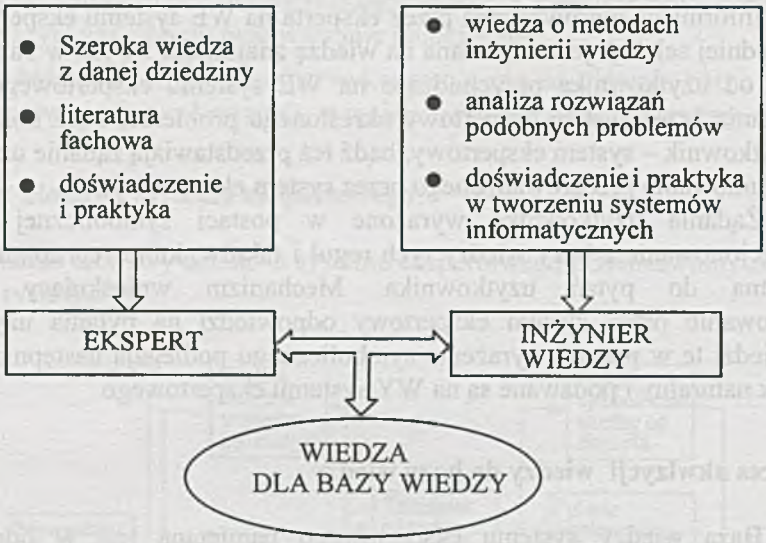
Baza wiedzy systemu ekspertowego pamiętana jest w odpowiednim obszarze pamięci komputera, W skład bazy wiedzy mogą wchodzić różne elementy, np. zbiór reguł (produkcyjnych), zbiór relacji (przyczynowych), elementy wiedzy zaczerpnięte od ekspertów, z podręczników, itp. Wszystkie elementy wiedzy są ze sobą ściśle powiązane. Reguły są ponumerowane i wyrażają powiązania logiczne między elementami wiedzy z danej dziedziny, bądź zawierają opis określonych działań. Fakty reprezentują elementy wiedzy wyrażone w postaci zdań orzekających i traktowane są jako twierdzenia czy wnioski. Pomiędzy regułami i faktami istnieją ściśle określone związki semantyczne.

Pierwotną postacią wiedzy jest wiedza w języku naturalnym, lecz w bazie wiedzy wiedza ta jest pamiętana w postaci symbolicznej. Ten sam element wiedzy występujący w różnych regułach jest reprezentowany w bazie wiedzy tylko przez jeden symbol. Baza wiedzy tworzona jest przy współpracy eksperta (grupy ekspertów) z danej dziedziny i inżyniera wiedzy (twórcy systemu ekspertowego), który jest specjalistą z dziedziny oprogramowania danego systemu ekspertowego.

Podstawową część bazy wiedzy stanowi zbiór reguł z danej dziedziny wiedzy. Reguły te są pamiętane w postaci wyrażeń symbolicznych. W celu posługiwania się tą wiedzą, w bazie wiedzy znajduje się słownik zawierający odwzorowanie wyraz $\leftrightarrow$ symbol. Relacje między wyrazami są zawarte w wyrażeniu symbolicznym. Drugą część bazy wiedzy stanowi zbiór faktów. Pomiędzy zbiorem reguł i zbiorem faktów zachodzą relacje. Relacje te przedstawiane są w postaci wyrażenia symbolicznego.

Nabywanie wiedzy jest procesem określania wiedzy, na podstawie której system ekspertowy będzie udzielał odpowiedzi w postaci ekspertyzy. Określenie wiedzy polega na otrzymaniu wiedzy od eksperta w formie podatnej na sformalizowanie. Za treść wiedzy w bazie wiedzy odpowiada ekspert dziedzinowy,

natomiast za formę inżynier wiedzy. Istotę procesu nabywania wiedzy przedstawić można za pomocą schematu przedstawionego na poniższym rysunku:



Rys. 2. Proces akwizycji wiedzy do bazy wiedzy systemu ekspertowego

Akwizycja wiedzy do bazy wiedzy odbywa się na bieżąco w trakcie pracy systemu ekspertowego. Gromadzenie wiedzy jest często procesem najtrudniejszym i najbardziej pracochłonnym przy tworzeniu systemu ekspertowego. Nabywanie wiedzy jest jednym z najistotniejszych elementów budowy systemu ekspertowego i decyduje o efektywności tworzonego systemu ekspertowego. Kluczowa rolę w tym procesie odgrywa inżynier wiedzy, który jest specjalistą w dziedzinie metod nabywania wiedzy, metod reprezentacji wiedzy oraz programistą o wysokich kwalifikacjach. Inżynier wiedzy musi zrealizować taką bazę wiedzy, której jakość zaspokoi w pełni oczekiwania zleceniodawcy systemu ekspertowego.

Aby umożliwić korzystanie z wiedzy wyrażonej w postaci zdań języka naturalnego, zdania te przed umieszczeniem w bazie wiedzy poddawane są transformacji na postać symboliczną. Struktura zdania jest reprezentowana w bazie wiedzy na dwóch poziomach:

- syntaktycznym,
- semantycznym.

Uwzględnienie informacji semantycznej, która reprezentuje obraz semantyczny zdania pozwala na efektywne wykonanie podstawowych operacji związanych z wykorzystaniem wiedzy, takich jak np. szukanie odpowiedzi na pytanie użytkownika, przeprowadzenie wnioskowania, itp.

3. Mechanizm wnioskujący systemu ekspertowego

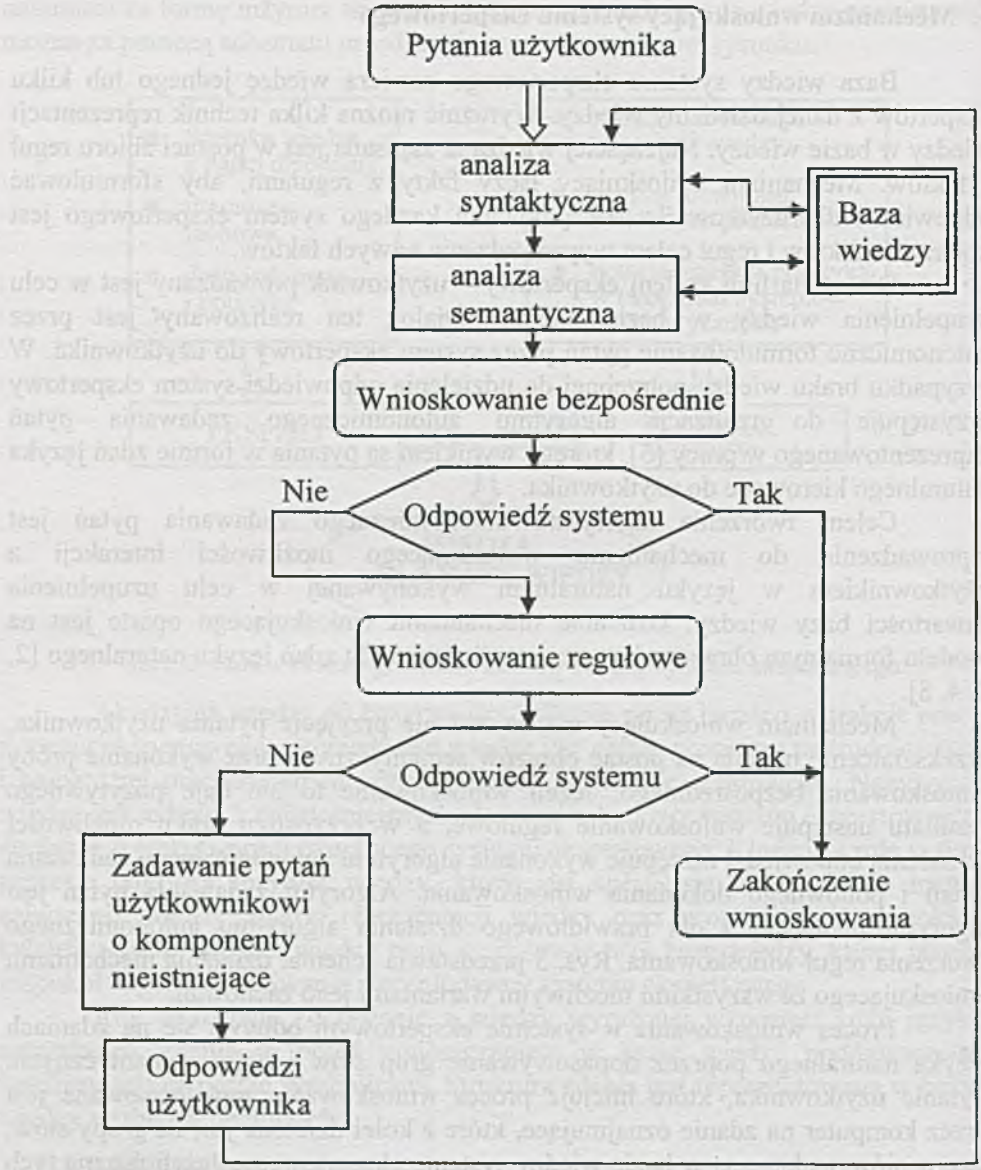
Baza wiedzy systemu ekspertowego zawiera wiedzę jednego lub kilku ekspertów z danej dziedziny wiedzy. Wyróżnić można kilka technik reprezentacji wiedzy w bazie wiedzy. Najczęściej wiedza ta zapisana jest w postaci zbioru reguł i faktów. Mechanizm wnioskujący łączy fakty z regułami, aby sformułować odpowiedzi dla użytkownika. Ideą bowiem każdego system ekspertowego jest kojarzenie faktów i reguł celem wyprowadzenia nowych faktów.

Dialog na linii system ekspertowy – użytkownik prowadzony jest w celu uzupełnienia wiedzy w bazie wiedzy. Dialog ten realizowany jest przez autonomiczne formuło0wanie pytań przez system ekspertowy do użytkownika. W przypadku braku wiedzy potrzebnej do udzielenia odpowiedzi system ekspertowy przystępuje do realizacji algorytmu autonomicznego zadawania pytań zaprezentowanego w pracy [5], którego wynikiem są pytania w formie zdań języka naturalnego kierowane do użytkownika.

Celem tworzenia algorytmu autonomicznego zadawania pytań jest wprowadzenie do mechanizmu wnioskującego możliwości interakcji z użytkownikiem w języku naturalnym wykonywanej w celu uzupełnienia zawartości bazy wiedzy. Działanie mechanizmu wnioskującego oparte jest na modelu formalnym obrazowej reprezentacji semantyki zdań języka naturalnego [2, 3, 4, 8].

Mechanizm wnioskujący ma za zadanie przyjęcie pytania użytkownika, przekształcenie pytania na postać obrazów semantycznych oraz wykonanie próby wnioskowania bezpośredniego. Jeżeli wnioskowanie to nie daje pozytywnego rezultatu następuje wnioskowanie regułowe, a w przypadku braku możliwości udzielenia odpowiedzi następuje wykonanie algorytmu autonomicznego zadawania pytań i ponownego dokonania wnioskowania. Algorytm zadawania pytań jest algorytm niezbędnym dla prawidłowego działania algorytmu autonomicznego tworzenia reguł wnioskowania. Rys. 3 przedstawia schemat działania mechanizmu wnioskującego ze wszystkimi możliwymi wariantami jego zachowań.

Proces wnioskowania w systemie ekspertowym odbywa się na zdaniach języka naturalnego poprzez dopasowywanie grup słów i pojęć semantycznych. Pytanie użytkownika, które inicjuje proces wnioskowania transformowane jest przez komputer na zdanie oznajmujące, które z kolei dzielone jest na grupy słów. Grupy słów szukane są w bazie wiedzy systemu ekspertowego. Jeżeli nie ma tych grup słów w bazie wiedzy, to z grup tych wyodrębniane są słowa stanowiące pojęcia semantyczne, które następnie porównywane są z pojęciami semantycznymi znajdującymi się w bazie wiedzy. W wyniku takiego porównania formowane jest zdanie będące odpowiedzią na pytanie użytkownika podawane na WE systemu ekspertowego.



Rys. 3. Schemat działania mechanizmu wnioskującego systemu ekspertowego

Aby udzielić zadowalającej odpowiedzi na pytanie zadawane przez użytkownika, komputer przeprowadza odpowiednie wnioskowanie na elementach wiedzy zawartych w bazie wiedzy. Wnioskowanie to powinno odzwierciedlać rozumowanie człowieka na tak samo zadane pytanie. Realizacja procesu wnioskowania na elementach wiedzy zależy od reprezentacji tej wiedzy w bazie wiedzy systemu ekspertowego. Metoda reprezentacji wiedzy w postaci wyrażeń symbolicznych i połączonych z nimi tablic jednoznacznie rzutuje na metodę wnioskowania.

4. Proces transformacji zdań języka naturalnego na postać symboliczną

Proces transformacji zdania języka naturalnego na postać symboliczną rozpoczyna się od analizy syntaktycznej. Wynikiem analizy syntaktycznej jest podział zdania na grupy słów, który stanowi podstawę reprezentacji zdania w bazie wiedzy. Poszczególne elementy zdania pamiętane są w bazie wiedzy w postaci wyrażeń symbolicznych.

Słowa występujące w danym zdaniu języka naturalnego kodowane są przez komputer symbolami d_j, $j = 1, 2, ..., n$. Przyporządkowanie symboli d_j kolejnym wprowadzanym słowom zapisywane jest w słowniku $\overline{D}$, który kompletowany jest w trakcie nabywania wiedzy do bazy wiedzy. Słowa w słowniku $\overline{D}$ zapisywane są w takiej kolejności, w jakiej przybyły do systemu ekspertowego. Porządek alfabetyczny tych słów ustanawiany jest w słowniku $\overline{\overline{D}}$, który tworzony jest równolegle ze słownikiem $\overline{D}$.

Każde słowo wprowadzane na WE systemu ekspertowego jest szukane w słowniku $\overline{\overline{D}}$. Jeżeli takie słowo się tam znajduje, to ma przyporządkowany sobie symbol d_j. Jeżeli jednak takiego słowa nie ma w słowniku $\overline{\overline{D}}$, to wówczas zapisywane jest ono na końcu listy utworzonej w słowniku $\overline{D}$ i przydzielany mu jest kolejny symbol d_j. Następnie słowo to jest zapisywane na odpowiedniej pozycji słownika $\overline{\overline{D}}$ zgodnie z porządkiem alfabetycznym.

Aby zapewnić integrację wiedzy w bazie wiedzy oraz ułatwić wnioskowanie na elementach wiedzy zdanie dzielone są przez komputer na grupy słów. Podział zdania na grupy słów dokonuje się na podstawie informacji o kategoriach leksykalnych słów występujących w danym zdaniu. Informacja o kategoriach leksykalnych słów jest zapisywana w postaci odpowiedniego kodu w_i, $i = 1, 2, ..., 9$ w trzeciej kolumnie słownika $\overline{\overline{D}}$ stopniowo w miarę nabywania wiedzy. Ciąg $(w)_i$ kodów w_i, $i = 1, 2, ..., 9$ dzielony jest na podciągi odpowiadające grupom słów. Każdy podciąg otrzymuje symboliczną nazwę a_r, $r = 1, 2, ...$ grupy słów reprezentowanych przez ten podciąg i transformowany jest na wyrażenie symboliczne $D^+(a_r)$. Zbiór grup słów reprezentowany jest w bazie wiedzy przez wyrażenie symboliczne zbiorze D'^+, będące odpowiednią kompozycją wyrażeń symbolicznych typu $D^+(a_r)$. W miarę nabywania nowych grup słów do bazy wiedzy wyrażenie D'^+ jest rozszerzane.

Zdania wprowadzane do bazy wiedzy systemu ekspertowego tworzą pewien tekst. Każdy wprowadzany tekst przyjmuje się oznaczać symbolem t_i, $i = 1, 2, ...$ i traktuje się jako ciąg symboli s_j oznaczających zdania pojedyncze i symboli f_n, $n = 1, 2, ...$ oznaczających zdania złożone występujące w tekście. Komputer następnie dokonuje transformacji tego tekstu na wyrażenie symboliczne $S^+(t_i)$, które następnie wprowadzane jest do bazy wiedzy systemu ekspertowego

jako wyrażenie S'^{+}. Aby komputer mógł posługiwać się wyrażeniem S'^{+}, w bazie wiedzy tworzona jest tablica $\overline{\overline{S}}$.

Użytkownik systemu ekspertowego korzysta z wiedzy wyrażonej w języku naturalnym i reprezentowanej w bazie wiedzy w postaci symbolicznej przez podawanie na WE systemu ekspertowego odpowiednich pytań dotyczących danej dziedziny wiedzy. W zależności od słowa pytającego zawartego w pytaniu, komputer realizuje odpowiednią procedurę wnioskowania na elementach wiedzy reprezentowanych w bazie wiedzy. W bazie wiedzy znajduje się tablica $\overline{Q}$, w której dla każdego słowa pytającego przyporządkowany jest symbol P_i, $i = 1, 2, ...$ odpowiedniej procedury wnioskowania.

Dla określenie cech semantycznych odpowiedzi, jak również dla przeprowadzenia analizy semantycznej, wykorzystywana jest czwarta kolumna słownika $\overline{\overline{D}}$. Znajdujące się w tej kolumnie symbole y_i są kodami cech semantycznych rzeczowników, natomiast symbole n_j odnoszą się do czasowników i wskazują na przyporządkowane im ramy przypadków. Przyporządkowanie kodów y_i cechom semantycznym pamiętane jest w tablicy $\overline{Y}$.

5. Uwagi końcowe

Akwizycja wiedzy do bazy wiedzy i jej strukturyzacja jest zajęciem niełatwym i bardzo pracochłonnym, a co za tym idzie dość kosztownym. Dlatego też wysiłek włożony w stworzenie systemu ekspertowego jest uzasadniony tylko wówczas, gdy system ekspertowy będzie wykorzystywany w dłuższym okresie czasu oraz zyska wystarczająco dużą liczbę użytkowników. W takich warunkach system ekspertowy może być efektywnym ekonomicznie narzędziem, gdyż uzyskaną wiedzę może wykorzystywać wielokrotnie, nie wymagając przy tym obecności eksperta.

Efektywność systemów ekspertowych jest w dużym stopniu uzależniona od dostępnych reguł opisujących podstawowe relacje występujące w świecie rzeczywistym. Reguły takie są odpowiednikiem wiedzy używanej pośrednio przez człowieka w procesie wnioskowania. Przy tworzeniu reguł należy wziąć pod uwagę możliwy zakres ich stosowania, relacje do innych reguł (nie powinny być sprzeczne) i odpowiedni sposób ich reprezentacji symbolicznej.

Ciągły postęp techniczny, rozwój różnych gałęzi gospodarki, a tym samym coraz większa liczba danych przetwarzanych przez komputer skłania do stwierdzenia, iż zapotrzebowanie na nowe systemy ekspertowe będzie ciągle rosło.

Literatura

1. Banasiak D., Buchalski Z.: Zastosowanie symbolicznej reprezentacji zdań języka naturalnego do celów wnioskowania na elementach bazy wiedzy systemu ekspertowego. W: Komputerowo zintegrowane zarządzanie, t.1, R. Knosala (red.), WNT, Warszawa 2003, str. 33-39.
2. Brown C.E.: Introduction to Artificial Intelligence and Expert Systems. University of Southern California, 1995.
3. Buchalski Z.: Pewna koncepcja analizy semantycznej zdań języka naturalnego. W: Inżynieria wiedzy i systemy ekspertowe, t. 1, Bubnicki Z., Grzech A. (red), Oficyna Wydawnicza PWr, Wrocław 1997, str. 341-345.
4. Buchalski Z., Łaszuk M.: Rozpoznawanie i reprezentacja semantyki zdań języka naturalnego. W: Komputerowe systemy rozpoznawania, Kurzyński M., Puchała E., Woźniak M. (red.), Wyd. PWr, Wrocław 1999, str. 381-386.
5. Buchalski Z., Kapłon T.: Realizacja procesu wnioskowania na elementach bazy wiedzy systemu ekspertowego wspomagającego proces zarządzania. W: Komputerowo zintegrowane zarządzanie, t.1, R. Knosala (red.), WNT, Warszawa 2002, str. 152-161.
6. Buchalski Z. : Realizacja mechanizmu wnioskującego w systemie ekspertowym diagnozującym proces dystrybucji energii cieplnej. W: Diagnostyka procesów przemysłowych, Z. Kowalczuk (red.), Pomorskie Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Gdańsk 2003, str. 345-350.
7. Buchalski Z. : Komputerowe wspomaganie podejmowania decyzji z wykorzystaniem regułowego systemu ekspertowego. W: Komputerowo zintegrowane zarządzanie, t.1, R. Knosala (red.), WNT, Warszawa 2004, str. 156-164.
8. Chromiec J., Strzemieczna E.: Sztuczna inteligencja. Metody konstrukcji i analizy systemów eksperckich. Akademicka Oficyna Wydawnicza PLJ, Warszawa 1994.
9. Kazimierczak J.: Acquisition of Knowledge and its Representation to Achieve the Ability of Computer to Automatic Programming. Proceedings of the International Conference on Artificial Intelligence, vol. 2, CSREA Press, Las Vegas, Nevada, USA 2002, pp. 819-825.
10. Maruszewski T.: Psychologia poznawcza, Polskie Towarzystwo Semiotyczne. Warszawa 1996.
11. Schank R. C.: Conceptual Information Processing, North-Holland Publishing Company, Amsterdam 1975.
12. Zieliński J.: Inteligentne systemy w zarządzaniu. Teoria i praktyka. PWN, Warszawa 2000.

ROZDZIAŁ XIII

WPŁYW E-LEARNINGU NA OPTYMALIZACJĘ ZARZĄDZANIA WIEDZĄ KORPORACYJNĄ

Iwona GRABARA

Wprowadzenie

Imperatywem każdego przedsiębiorstwa w dobie rosnącej konkurencji jest doskonalenie jakości usług i produktów, obsługi klienta i wydajności operacyjnej, co wiąże się z coraz większą dynamiką zmian zachodzących w organizacjach gospodarczych. Dostosowanie działalności każdego polskiego przedsiębiorstwa do standardów Unii Europejskiej a także światowych, wymaga stosowania nowoczesnych metod zarządzania i wspomagania podejmowania decyzji, koncentrując się na działalności ludzi i ich wiedzy.

Wiedza dotycząca zarówno procesów zachodzących wewnątrz przedsiębiorstwa jak i w jego otoczeniu ukryta jest w gromadzonej i przetwarzanej gigantycznej ilości danych. Eksplozja danych i informacji, oraz możliwość ich gromadzenia, powodowana gwałtownym rozwojem informatyki w zakresie sprzętu komputerowego, telekomunikacyjnego, dostępu do elektronicznej wymiany danych z udziałem sieci komputerowych i stosowania technik multimedialnych, wymusza zwiększanie umiejętności analityków i diagnostów, które w połączeniu z odpowiednimi technikami informatycznymi wpływają na jakość podstawowego procesu tworzenia wiedzy i dzielenia się nią w organizacjach.

Jakość zdobywanej wiedzy realizującej cele przedsiębiorstwa, zależy od efektywnego wykorzystania posiadanych zasobów danych i informacji oraz wiedzy ludzi. Ma ona wpływ na strategię działalności, co przejawia się w ocenie pozycji przedsiębiorstwa na rynku i w wyborze oraz implementacji takich koncepcji działania, które zapewnią korzystny, ukierunkowany jego rozwój.

1. Koncepcja zarządzania wiedzą

Ciągły rozwój i coraz łatwiejszy dostęp do nowoczesnych technologii i technik informatycznych, powodują, że przedsiębiorstwa nie mają trudności z gromadzeniem i przechowywaniem ogromnych ilości danych. Problemy powstają przy uzyskiwaniu wartościowej wiedzy, w trakcie wydobywania odpowiednich danych, przetwarzania w konkretne informacje oraz prezentowania otrzymanych wyników i dzielenia się nimi w celu wzbogacania wiedzy w organizacji.

Oprócz pokonywania wielu istniejących technicznych trudności pozyskiwania wiedzy, najważniejszym jest zrozumienie koncepcji zarządzania wiedzą, będącej warunkiem osiągnięcia i utrzymania przewagi konkurencyjnej

przez polskie przedsiębiorstwa, które od niedawna zmuszone są funkcjonować w warunkach hiperkonkurencyjnego globalnego rynku.

Problem stanowi brak uogólnionej definicji samego pojęcia wiedzy, jaki i zrozumiałego, logicznego wyjaśnienia procesu zarządzania wiedzą oraz dzielenia się nią. Niedopracowane są także przepisy prawne, które rozproszone w całym systemie prawnym nie ułatwiają legalizacji i promowania usług w sieciach teleinformatycznych..

Obecnie istnieje wiele definicji tych pojęć, jednak nie ma takiej, która byłaby ogólnie akceptowana zarówno w teorii, jak i w praktyce zarządzania. Jak wiele istnieje definicji wiedzy i interpretacji istoty procesu zarządzania zdobytą wiedzą w przedsiębiorstwie, można przekonać się, uczestnicząc w konferencjach poświęconych tej tematyce. Dyskutujący badacze tego problemu przychylni są istniejącej od 1999r. i najbardziej znanej definicji ujętej w sposób praktyczny, która określa wiedzę jako zdolność wykorzystywania danych i informacji do konkretnego działania[Applehans, Globe, Laugero 1999, s.18] oraz definicji określającej zarządzanie wiedzą jako "ogół procesów umożliwiających tworzenie, upowszechnianie i wykorzystanie wiedzy do realizacji celów organizacji gospodarczej"[Applehans, Globe, Laugero 1999, s.18]. Natomiast różne są zdania na temat metod i technik zdobywania wiedzy i dzielenia się nią w organizacji. Żadna z dyskusji dotyczących zarządzania wiedzą nie zakończyła się do tej pory jednoznaczną odpowiedzią na pytania: z kim dzielić się wiedzą, co dzielić i jak dzielić, ale wszyscy zgodni są, co do konieczności zwiększania efektywności zarządzania kapitałem intelektualnym, który jest czynnikiem decydującym o pozycji rynkowej firmy, bez względu na rodzaj obecnie stosowanych metod i technik. Przedsiębiorstwa natomiast powinny dążyć do tego, aby proces zarządzania wiedzą, obejmujący swym zakresem problemy gromadzenia, przetwarzania danych i informacji, wiedzy i mentalności ludzi, był świadomy i podporządkowany realizacji strategicznym celom przedsiębiorstwa.

Z pośród wielu istniejących definicji terminu „wiedza" najbardziej zgodną z intuicyjnym rozumieniem jest określenie wiedzy jako niematerialne zasoby firmy związane z ludzkim działaniem, których wykorzystanie może być źródłem przewagi konkurencyjnej, przy czym jakość wiedzy zależy od posiadanych przez firmę zasobów danych, informacji, procedur, jak też od doświadczenia i wykształcenia. Wiedza nierozerwalnie związana jest z takimi czynnikami jak: kultura, etyka, intuicja, warunki pracy oraz styl zarządzania, który ma decydujący wpływ na sprawność systemu zarządzania wiedzą, a tym samym na konkurencyjność danej organizacji[Kisielnicki 2003]. Aby posiadane zasoby wiedzy umożliwiały organizacji wzrost konkurencyjności, należy przedsięwziąć działania zmierzające do ciągłej aktualizacji i wzbogacania tych zasobów oraz umiejętnego wykorzystywania ich i sprawnego zarządzania nimi wewnątrz organizacji i w jej otoczeniu. Wiedza będąca w posiadaniu jednej, czy też wielu osób powinna nie tracić na wartości i unikalności, dlatego koniecznym jest ciągłe poszerzanie jej i modyfikowanie. Można zatem określić proces tworzenia wiedzy za pomocą wzoru:

Nowa wiedza = informacje + kontekst(wiedza znana) + doświadczenie w przetwarzaniu wiedzy(informacji) [Gołuchowski2005, s.22-23]

Podany wzór ma charakter rekurencyjny. Pokazuje, że przyrost wiedzy następuje w określonym kontekście poznawczym, tzn. na bazie zgromadzonej już wiedzy, czyli metawiedzy, wykorzystywanej do przetwarzania i interpretowania rozpatrywanego przyrostu informacji, niezbędnego w procesie wzbogacania zasobów wiedzy i aktualizacji jej.

Istnieje wiele rodzajów wiedzy przypisanych do odpowiednich kategorii w zależności od kontekstu. Klasyfikacji wiedzy można dokonać ze względu na: różnorodność źródeł pochodzenia informacji i wiedzy, sposoby uzyskiwania wiedzy, użyteczność, potrzeby użytkownika na poszczególnych szczeblach organizacyjnych itp. Obecny brak precyzyjnej, jednoznacznej klasyfikacji wiedzy w dużym stopniu utrudnia rozwiązywanie problemów w systemach zarządzania wiedzą. Szeroko rozumiana wiedza jest podstawą efektywnego działania każdej organizacji i dlatego należy wykorzystać możliwości jakie dają nowe techniki i technologie informatyczne wspomagające rozwiązywanie problemów związanych z procesem tworzenia wiedzy i dzielenia się nią w organizacjach oraz zabezpieczeniem jej przed utratą podczas współpracy z innymi firmami.

2. Procesy tworzenia wiedzy korporacyjnej

Powolne, ale nieuniknione wkraczanie Polski w „Erę Wiedzy" powoduje, że wiedza staje się kluczowym zasobem ekonomicznym, a tworzenie i wykorzystywanie wiedzy stają się istotnymi elementami strategii rozwoju każdej organizacji. Obecnie wiedza jest równie cenna jak kapitał, majątek rzeczowy czy pracownicy. Aby jednak przynosiła zysk, należy umiejętnie ją tworzyć, gromadzić, kodyfikować i transferować, a pracownikom organizacji stworzyć odpowiednie warunki do jej efektywnego pozyskiwania, jednym słowem stworzyć jak najlepszy system zarządzania wiedzą. Niezaprzeczalnie podstawą przekształcenia obecnych organizacji na organizacje bazujące na wiedzy są nowoczesne technologie informatyczne dotyczące identyfikacji i opisu gromadzonej wiedzy, metod jej gromadzenia oraz przechowywania i powszechnego udostępniania, wykorzystując Internet lub wewnętrzne sieci korporacyjne. Należy, zatem dążyć do budowania wzajemnych zależności pomiędzy systemami gromadzenia wiedzy i zarządzania nią a systemem sprawowania władzy.

J.Bair dyrektor ds. badań Gartner Group stwierdził, że „koniecznym jest stworzenie systemów, które zintegrują wiedzę, technologie i ludzi"[Bair 2003]. Gwarancją takiej jedności jest zastosowanie odpowiedniej technologii wspomagającej zarządzanie wiedzą, która zapewni optymalny przepływ strumieni wiedzy zarówno w kierunku poziomym jak i pionowym struktury organizacyjnej, a tym samym ułatwi dostęp pracowników do zasobów wiedzy, współdzielenie się wiedzą wewnątrz organizacji oraz pozwoli na gromadzenie wiedzy na poziomach decyzyjnych wszystkich szczebli struktury organizacyjnej.

Koncepcja zarządzania wiedzą w przedsiębiorstwie narodziła się na początku lat 80-tych w Japonii i Stanach Zjednoczonych jako rozwiniecie wcześniejszych badań Kenneth'a Arrowa prowadzonych w Rand Corporation („learning by dooing)" oraz prac z dziedziny socjologii autorstwa P. Drucker'a [Fazlagić 1998, s.231-236]. Rozpowszechnianie zarządzania wiedzą nastąpiło w pierwszej połowie lat 90-tych poprzedniego wieku. W tym czasie problematyką zarządzania wiedzą zainteresowały się przede wszystkim zarządy korporacji, których ilość wzrastała w raz z postępującą globalizacją. Nacisk akcjonariuszy na cięcie kosztów i zwiększenie wydajności pracy doprowadził w wielu branżach przemysłu oraz instytucjach sektora finansowego i ubezpieczeniowego, do powstania ponadnarodowych korporacji. Koncerny składające się z wielu firm działających przed konsolidacją na lokalnych rynkach w różnym otoczeniu kulturowym, zderzyły się z problemami efektywnego zarządzania. Dzięki skutecznej integracji składowych przedsiębiorstw poprzez odpowiednio dobrany do struktury organizacyjnej system zarządzania wiedzą, większość korporacji zdołała wytrzymać próbę czasu.

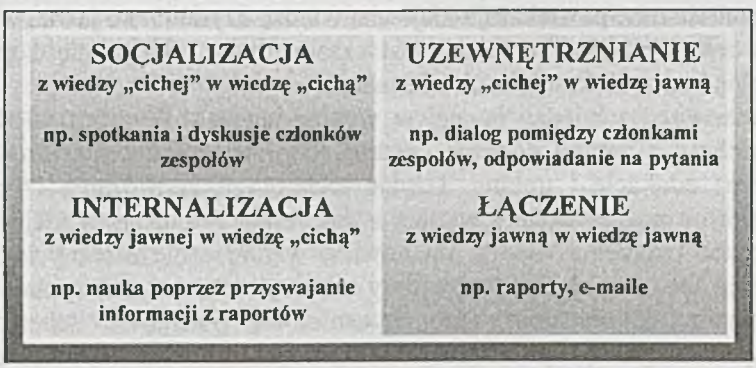
Korporacja jest wynikiem ewolucji współczesnego świata trwającej ostatnie kilkadziesiąt lat. Czy model korporacyjny jest idealną organizacją? Już dzisiaj istnieją potężne korporacje, które są zaprzeczeniem tego modelu np. Mocrosoft, DHL, Hewlett Pacard. Powstały one w ostatnich 30-stu latach jako małe, lokalne przedsiębiorstwa, które dzięki swojej przedsiębiorczości dynamicznie rozwijały się wykorzystując nowoczesne technologie. Obecnie przekształciły się w duże korporacje liczące się na rynku. Najbliższa przyszłość wyjaśni te wątpliwości.

Póki co istotnym problemem korporacji, których pracownicy mają zbyt mało czasu na poszerzanie wiedzy jest zorganizowanie procesu pozyskiwania, gromadzenia wiedzy i sprawnego zarządzania nią stosując wysokiej jakości relacje występujące w strukturze organizacyjnej. Omówienie tej problematyki można znaleźć w dorobku wielu polskich naukowców, m.in. w pracach: W. Abramowicza, J. Gołuchowskiego, W. Grudzewskiego, I. Hejduk. J. Kisielnickiego, B.Kubiaka, E.Skrzypek, H. Sroki. Według wymienionych autorów, nowego rodzaju przedsiębiorstwa, które intensywnie wykorzystują wiedzę (knowledge-intensive business), stoją przed trudnym wyzwaniem zbudowania struktury, która zapewni maksymalną produktywność wiedzy.

Ważnym dla organizacji jest zastosowanie takiego modelu generowania wiedzy i zarządzania nią oraz takie metody uczenia się organizacyjnego, aby kapitał intelektualny przyczyniał się do wzrostu efektywności osiągania, wyznaczonych przez korporacje celów. Nie ma jednego ogólnie przyjętego modelu procesu generowania i przetwarzania wiedzy. W literaturze przedmiotu spotyka się wiele różnorodnych modeli tworzenia wiedzy, różniących się między sobą ilością procesów składających się na cykl życia wiedzy organizacji, zasięgiem tych procesów oraz znaczeniem tych samych terminów[Gołuchpwki 2005, s.44-45].

Najbardziej przydatnym do tworzenia i użytkowania wiedzy organizacji oraz sprzyjającym zastosowaniu najnowszych technologii informatycznych jest model zaproponowany przez I. Nonakę i H.Takeuchi'ego[Nonaka, Takeuchi 1995].

Model zbudowano zgodnie z założeniami definicji „zarządzania wiedzą", którą przedstawili T.H. Davenport i L. Prusak [Davenport, Prusak 1998]. Według powyższych autorów zarządzanie wiedzą to uporządkowanie, zgodnie z odpowiednio dobranymi metodami, poszczególnych procesów mających wpływ na tworzenie, wzbogacanie, upowszechnianie i wykorzystywanie wiedzy do realizacji celów organizacji. "Wiedza" w tym kontekście zawiera zarówno doświadczenie, zdolności logicznego myślenia i umiejętności wykorzystania posiadanej wiedzy przez pracowników, a także wszelkiego rodzaju dokumenty i raporty, dostępne wewnątrz i na zewnątrz tej organizacji. Efektywne zarządzanie wiedzą wymaga zazwyczaj kombinacji organizacyjnych, społecznych i kierowniczych umiejętności. I. Nonak i H. Takeuchi w teorii organizacji nauki wykorzystali koncepcję zaczerpniętą z badań M. Polanyi'ego [Polanyi 1966], dotyczących twórczości wiedzy. Jako pierwszy w 1950 r. wprowadził pojęcie "wiedzy niejawnej (tacit knowledge). Jest to wiedza pochodząca z doświadczenia i przekonań jej posiadacza, czyli najbardziej wartościowa wiedza, będąca kluczem do generacji nowej wiedzy. Wiedza ta często jest prezentowana w postaci wartościowych dokumentów, publikacji, materiałów video w celu przekazania jej innym ludziom. Ma ona wpływ na skuteczność organizacji, a wykorzystując odpowiednie techniki może być przekształcona na wiedzę jawną. Procesy przekształcania wiedzy niejawnej w jawną przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Sposoby konwersji wiedzy
Źródło: Nonaka I, Takeuchi H.: The Knowledge Creating Company, Oxford University Press, Oxford, UK (1995).

Źródłem wszelkiej wiedzy mogą być tylko ludzie, a ich zasoby wiedzy osobistej są punktem wyjścia w procesie tworzenia wiedzy. Interakcje pomiędzy wiedzą niejawną i skodyfikowaną sami autorzy nazywają konwersją wiedzy (*knowledge conversion*). Cykl ten został przez nich nazwany „spiralą wiedzy", czyli ciągłym procesem interakcji pomiędzy wiedza jawną (sformalizowaną), a niejawną (niesformalizowaną, osobista). Kluczowym elementem tworzenia wiedzy organizacji jest opis sposobu przekształcania wyróżnionych form

wiedzy[Gołuchowski 2005, s.46]. Wychodząc z założenia, że wiedza organizacji powstaje wskutek wzajemnego oddziaływania wiedzy niejawnej z wiedzą jawną, wyróżnili cztery sposoby konwersji wiedzy:

- *Socjalizacja* – z wiedzy niejawnej w wiedzę niejawną – jest to dzielenie się wiedzą utrwaloną, pewną, bez wyraźnego tworzenia jej. Sposób ten jest najefektywniejszy wśród ludzi współpracujących ze sobą, o podobnej kulturze. Typową formą przekazywania wiedzy w ten sposób są spotkania zespołowe, podczas których przekazywane są wnioski i spostrzeżenia dotyczące własnych doświadczeń.
- *Uzewnętrznianie* – z wiedzy niejawnej w wiedzę jawną - w związku z jej naturą, wiedzę niejawną trudno jest przekształcić w wiedze jawną. Możliwe jest to poprzez konceptualizację i artykulację, typową we współpracy z innymi ludźmi. Wówczas jakaś część osobistej, niejawnej wiedzy może zostać przekazana, przyjmując postać wiedzy jawnej. Typowymi czynnościami, w których to przekształcenie ma miejsce to dialog pomiędzy członkami zespołu, odpowiedź na pytania lub omawianie historii.
- *Internalizacja* – z wiedzy jawnej w wiedzę niejawną – Aby odpowiednio wykorzystywać informację w celu pogłębiania wiedzy należy zrozumieć proces tworzenia własnej niejawnej („cichej") wiedzy. Proces ten realizowany jest poprzez przyswajanie sobie informacji z różnorodnych dokumentów stworzonych wcześniej przez innych ludzi. Zdobyte informacje odpowiednio przetworzone powiększają niejawną wiedzę czytelnika o jawną wiedzę zawartą w dokumentach. Proces ten jest czasochłonny i wiąże się z przyswajaniem sobie coraz większej ilości informacji.
- *Łączenie* – z wiedzy jawnej w wiedzę jawną - Wyraźna wiedza może być dzielona z innymi podczas spotkań, poprzez dokumenty, e-malie, itd., albo przez edukację i trening. Użycie technologii zarządzania i przeszukiwania zbiorów jawnej wiedzy wynika z założenia. Jednakże, istnieje również inny sposób tworzenia wiedzy, mianowicie wzbogacanie zebranych informacji np. przez ich uzupełnianie, aby stały się użyteczniejsze. Przykładem może być badanie dokumentów automatycznie na podstawie schematu. Typową czynnością może być także umieszczenie dokumentów w bazie danych.

W rezultacie wymienionych procesów zwiększają się zasoby wiedzy poszczególnych pracowników, a tym samym, zasoby wiedzy organizacji. Celem zarządzania wiedzą jest przede wszystkim pobudzanie potencjału ludzkiego do innowacji, kreatywności oraz wykorzystanie w pełni efektów dla podniesienia wartości firmy.

3. E-learning jako skuteczny sposób przekazywania wiedzy

Wśród wielu metod wzbogacania i przekazywania wiedzy na uwagę zasługuje e-learning – metoda nauczania na odległość polegająca na wykorzystaniu szeregu narzędzi takich jak programy komputerowe BSCW (Basic Suport for Cooperative Work) czy CSCW (Computer Supported Cooperative Work), srony

internetowe, fora dyskusyjne, czat, poczta elektroniczna i wideokonferencje.

E-learning staje się dzisiaj w wielu przypadkach jedyną metodą, która zapewnia dostęp do wiedzy na masową skalę. Na przestrzeni ostatnich lat, ten sposób przekazywania informacji ewoluował od kursów korespondencyjnych do wideofonicznych przekazów satelitarnych. Metoda ta umożliwia wspomaganie zarówno procesu pozyskiwania, archiwowania, dystrybucji wiedzy, jak i zarządzania wiedzą w organizacji. Wzbogacanie wiedzy pracowników tą metodą staje się w świecie coraz popularniejsze. Rozwiązania e-learningowe pomagają przełamać ograniczenia wynikające z tradycyjnego postrzegania procesu nauczania, jak również obniżyć koszty związane z zarządzaniem wiedzą w organizacji. System zarządzania szkoleniami z wykorzystaniem e-learningu gwarantuje kontrolowany dostęp każdego pracownika do potrzebnej mu wiedzy, w najdogodniejszym czasie i miejscu, po dużo mniejszych kosztach niż szkolenia tradycyjne. Badania wykazują, że nauczanie na odległość, w którym dominuje e-learning, efektywnością dorównuje tradycyjnemu, pod warunkiem, że uczniowie przygotowani są na przyswajanie wiedzy w trybie online, poprzez umiejętne posługiwanie się najnowszymi technologiami, a nauczyciele umieją uczyć w tym trybie wykorzystując innowacyjne metody nauczania.

Podstawowymi zaletami e-learningu są [NetWorld Akademia 2003]:

- redukcja kosztów szkoleń – wyeliminowanie kosztów związanych z tradycyjnym nauczaniem takich jak: koszty podróży, zakwaterowania i wyżywienia pracowników, koszty obsługi i organizacji szkoleń, które wiążą się z drukiem materiałów, wynagrodzeniami dla instruktorów, wynajęciem sal itp.
- oszczędność czasu – czas i miejsce nauki mogą być dostosowane do indywidualnych preferencji pracownika bez dezorganizacji pracy i zaniedbywania obowiązków zawodowych,
- monitoring wyników nauczania – dzięki testom weryfikującym możliwe jest sprawdzenie stopnia przyswojonej wiedzy,
- możliwość szkolenia nieograniczonej liczby pracowników,
- możliwość weryfikacji posiadanej wiedzy przez pracownika poprzez powrót w dogodnym dla siebie czasie do informacji zawartych w szkoleniach internetowych.

Polski rynek szkoleń elektronicznych jest dopiero w początkowej fazie rozwoju. Obecnie głównym odbiorcami usług szkoleniowych są korporacje sektora tzw. zaawansowanych technologii oraz szeroko rozumiany sektor usług finansowo-ubezpieczeniowych. Dla zapewnienia odpowiedniego poziomu zarządzania zasobami wiedzy w przedsiębiorstwie tworzy się nowe stanowiska pracy: menedżera zarządzającego zasobami wiedzy – CKO (*Chief Knowledge Officer*), kontrolera kapitału intelektualnego (*Intellectual Capital Controller),* inżynierów wiedzy(*Knowledge Engineers,* co pozwala na stosowanie ogólnie przyjętych standardów zarządzania niematerialnymi składnikami majątku firmy, jakim jest wiedza. Brak szczególnej dbałości o utrzymanie wiedzy rozumianej szerzej jako poziom kwalifikacji i kompetencji personelu oraz stopień innowacyjności przedsiębiorstwa, grozi utratą pozycji rynkowej. Powinno dążyć się do

przeprowadzania jak najintensywniejszych szkoleń, w optymalnym czasie dla pracownika. E-szkolenia często są określane jako dostępne na żądanie - Just in Time- co idealnie wpisuje się w oczekiwania pracowników organizacji.

4. Ograniczenia hamujące wdrażanie systemu zarządzania wiedzą

W Polsce problematyka zarządzania wiedzą zaistniała wraz z wejściem na rynek koncernów międzynarodowych. Z badań przeprowadzonych przez Accenture [Dziobiak 2002] wynika, że 65 % kadry zarządzającej rozumie potrzebę wdrożenia systemu wspomagającego zarządzanie kapitałem intelektualnym, ale aż 90% tej grupy nie zamierza zająć się tym zagadnieniem w najbliższym czasie, wskazując ważniejsze problemy do rozwiązania. Największe zainteresowanie systemami wspomagającymi zarządzanie wiedzą przejawiają firmy z branży telekomunikacyjnej, sektora usług finansowych i z sektora nowoczesnej technologii. Wśród rodzimych przedsiębiorstw uczestniczących w przeprowadzanym badaniu znacząca większość z nich dysponuje dobrze rozwiniętą infrastrukturę informatyczną: 86% spośród nich ma dostęp do korporacyjnego intranetu, prawie 65% korzysta z narzędzi wspomagających pracę grupową, a wszystkie korzystają z aplikacji wspomagających proces zarządzania i podejmowania decyzji.

Kierownictwo badanych firm uważa, że departamenty potrafią w stopniu podstawowym zarządzać wiedzą na poziomie pojedynczych projektów. Projekty o większym stopniu złożoności są wspomagane przez tworzenie katalogów tematycznych lub stron intranetowych. Główną barierą wśród większości przedsiębiorstw jest brak woli zarządu do przeprowadzenia koniecznych zmian w organizacji i wytworzenia kultury opartej na dzieleniu się wiedzą. Badania przeprowadzone przez Accenture wykazały, że w 92% badanych przedsiębiorstw pracownicy nie dzielą się swoją wiedzą, traktując ją jako najbardziej wartościowy posiadany kapitał. Znaczącym problemem dla firmy staje się wówczas odejście pracownika. W 96 przypadkach na 100 utrata pracownika jest związana z „zabraniem" całej wiedzy wypracowanej przez niego. Firma traci wiedzę dotyczącą m.in. rozwiązań technologicznych, kontaktów biznesowych z kontrahentami. Prowadzi to do wycieku „know-how" do konkurencji lub zabrania ze sobą przez opuszczającego firmę pracownika dotychczasowych klientów. Kierownictwo pozostałej części firm, która nie odrzuca koncepcji wprowadzenia zarządzania wiedzą w przedsiębiorstwie, oczekuje głównie poprawy komunikacji i przyspieszenia procesu decyzyjnego. Na drugi plan schodzi możliwe zwiększenie konkurencyjności firmy w wyniku polepszenia innowacyjności przedsiębiorstwa i wprowadzenia na rynek lepszych produktów. Polepszenie efektywności działania firmy na rynku oraz poszerzenie kompetencji i wzbogacenie wiedzy jego pracowników nie znalazło się na liście priorytetów kierownictwa.

Istotną barierą w wprowadzaniu rozwiązań wspierających zarządzanie wiedzą stanowią wysoki koszt wdrożenia oraz długi czas zwrotu z inwestycji.

Dużym problemem krajowych przedsiębiorstw jest niższy niż w firmach zagranicznych poziom kultury organizacyjnej. Brakuje zrozumienia koncepcji zarządzania wiedzą i potencjalnych korzyści płynących z jej implementacji, personel narzeka na brak czasu na dzielenie się informacjami ze swoimi współpracownikami, występuje brak kultury (nie ma procedur i regulaminów) wymiany informacji w przedsiębiorstwie, niedopasowana do potrzeb jest struktura organizacyjna i brak jest standardów realizacji procedur biznesowych oraz niewystarczająca infrastruktura technologii informatycznej.

Wiele zlokalizowanych w Polsce oddziałów zachodnich przedsiębiorstw zdecydowało się już na implementację systemów wspomagających zarządzanie wiedzą. Wdrożenia były realizowane głównie zgodnie z obowiązującymi w korporacji standardami. Zdecydowana większość rozwiązań, bo aż 65% była oparta na rozwiązaniach Lotusa, 10% na systemach firmy FileNet. Pozostałe 23%. korzysta z własnych rozwiązań.

Rodzime firmy nie korzystają z zaawansowanych rozwiązań zarządzania wiedzą, ich potrzeby są zaspokajane przez proste systemy wyszukiwawcze oraz systemy obiegu dokumentów. Taki stan rzeczy jest spowodowany brakiem rozpoznania własnych potrzeb firm oraz nieznajomością dostępnych na rynku rozwiązań i istniejących standardów. W pracach nad rozwijaniem standardów biorą udział takie firmy jak: IBM, Sun Microsystem, Borland czy Microsoft. Na polskim rynku do głównych oferentów rozwiązań wspomagających zarządzanie wiedzą należą: IBM/Lotus, FileNet, Prokom Software, ComputerLand, Xerox i Empolis Polska.

Oprócz wymienionych barier hamujących wdrażanie i stosowanie najnowszych osiągnięć nauki w zakresie innowacyjnych metod kształcenia pracowników, wzbogacania ich wiedzy, umiejętności wykorzystywania wiedzy i dzielenia się nią z innymi, a tym samym tworzenia bazy wiedzy korporacyjnej oraz optymalnego systemu zarządzania tą wiedzą jest strach przed ewentualną porażką i niepowodzeniami.

Rozwiązania e-learningowe kojarzą się często z technologią i obszarem technologii informatycznych. Słownictwo i pojęcia używane przez informatyków takie, jak: infrastruktura sieciowa, http:/https:, serwer bazy danych, serwery contentu itp. są dla ludzi kierujących przedsiębiorstwami zwykle niezrozumiałe i na tyle obce, że tworzą dystans do samej idei wprowadzania szkoleń elektronicznych i wdrażania systemów zarządzania wiedzą. Dystans ten zwiększa się dodatkowo przez fakt, że system e-learningowy niepotrzebnie bywa często zupełnie oddzielony od istniejącego w firmie systemu zarządzania kadrami czy ERP. Dodatkowe obawy budzi nowy paradygmat przekazywania wiedzy. Podstawą jest brak bezpośredniego kontaktu instruktora z uczestnikiem.

Aby docenić zalety elektronicznego nauczania, należy zrozumieć, że są one skutkiem celów zakładanych przez organizację. Natomiast celem systemu zarządzania wiedzą jest dojście do wytyczonych celów gospodarczych, jakie zamierza osiągnąć organizacja w określonym czasie przy odpowiednich strategiach ich realizacji. Należy, zatem skupić uwagę na następujących zagadnieniach:

- gdzie znajdują się zasoby wiedzy w firmie,

- skąd można czerpać wiedzę,
- jak należy rozwijać, gromadzić i rozpowszechniać wiedzę,
- jakich korzyści dostarczy korporacyjna baza wiedzy, która współdziałając z oprogramowaniem do zarządzania relacjami z klientami, systemami zarządzania zasobami ludzkimi, gromadziłaby dane o firmie i jej otoczeniu,
- jak najefektywniej wykorzystać posiadaną wiedzę, która jest podstawową wartością w procesie decyzyjnym.

Odpowiadając na powyższe pytania, należy także wiedzieć, że zdobywanie wiedzy przez całą organizację jest zadaniem bardzo trudnym. Nie wystarczają już tradycyjne metody nauczania, należy wprowadzać mieszany system uczenia się, w którym e-learning odgrywa znaczącą rolę. W systemach e-learningu wymaga się przeprowadzania analizy wiedzy i kompetencji poszczególnych pracowników jak i całej organizacji. W tym celu często stosowana jest dwuwymiarowa macierz kompetencji [Probst, Raub, Romhardt, 2002, s.66]. Umożliwia ona badanie wpływu poszczególnych obszarów wiedzy na zarządzanie organizacją lub personelem, a także do analizy kompetencji organizacji z najbliższego otoczenia.

Podsumowanie

Istnieje potrzeba traktowania wiedzy, jako zasobu mającego wpływ na zwiększenie konkurencyjności organizacji. Wiedza poszczególnych pracowników niewiele jest warta, jeżeli nie następuje proces dzielenia się nią i proces konwersji wiedzy niejawnej w wiedzę przedsiębiorstwa. Procesy jej tworzenia, gromadzenia i przekazywania muszą być zorganizowane i skoordynowane. Zarządzanie wiedzą jest znacznie trudniejsze niż zarządzanie procesami gospodarczymi, gdyż zarządzanie wiedzą jest logiczną kontynuacją trendu rozwoju nauk o zarządzaniu, zilustrowaną przez J. Kisielnickiego jako piramidy, w której na poprzedników w teorii i praktyce zarządzania wiedzą wskazał zarządzanie strategiczne i zarządzanie jakością [Kisielnicki 2004][1]. Dlatego istotnym jest optymalny wybór metod i technik produkcji wiedzy, aby zbyt fachowymi określeniami typowymi dla informatyków i roztaczaniem wizji budowy skomplikowanych projektów systemów informatycznych, wspierających zarządzanie wiedzą od strony technicznej, nie zrażać pracowników i osób kierujących przedsiębiorstwem, lecz służyć radą i spełniać ich konkretne oczekiwania. System e-learning mający możliwość stosowania wszystkich najnowszych osiągnięć informatycznych bezdyskusyjnie zapewnia efektywną realizację jednego z etapów zarządzania wiedzą, jakim jest oddziaływanie na procesy tworzenia wiedzy i jej przetwarzania.

Odpowiedzialność w polskich przedsiębiorstwach za: strategię zarządzania wiedzą i zasobami ludzkimi, kształcenie pracowników oraz przekazywanie im

[1] Kisielnicki J.: Zarządzanie wiedzą we *współczesnych organizacjach,* [w:] *Zarządzanie wiedzą w systemach informacyjnych,* (red.) Abramowicz W., Nowiecki A., Owoc M., Wyd. AE, Wrocław 2004.

wiedzy potrzebnej do realizacji celów gospodarczych leży zwykle w gestii szefa kadr lub szefa ds. szkoleń. Osoby te powinny być aktywnie włączone w proces wyboru metod i narzędzi pozwalających na optymalne kształtowanie polityki edukacyjnej. Opierając się na obserwacjach, rozmowach i literaturze z zakresu tego problemu, najkorzystniejsze jest znane od wielu lat interaktywne e-szkolenie pracowników za pośrednictwem Internetu, ekstranetu i intranetu. Przy czym e-learning należy traktować jako dodatkową formę nauki, stosowaną obok dotychczasowych metod dostarczania wiedzy wykorzystywanych w procesie szkolenia i rozwoju pracowników, nie należy więc jej oddzielać od całości strategii oraz procesów zarządzania personelem.

W przeciwnym razie, obszerne prezentacje wykorzystujące zbyt dużą ilość mediów w postaci symulacji, interaktywnych filmów, archiwów łączenia transmisji, retransmisji z innymi multimedialnymi materiałami, nie spełnią swojej roli, a zawarta w nich ogromna ilość informacji nie będzie przyswajana przez uczestników szkoleń. Chcąc zwiększać umiejętności i kompetencje pracowników należy zaprojektować taki model szkoleniowy, który uwzględni najnowsze metody i techniki nauczania, a jednocześnie powiązany będzie z aktualnie stosowanym modelem w tym zakresie. Człowiek boi się nadmiaru informacji, których nie jest w stanie uporządkować i przetworzyć w wiedzę wzbogacającą już posiadaną. E-learning jest skutecznym narzędziem zwiększającym zasób wiedzy organizacyjnej, pod warunkiem umiejętnego dostosowania do przyzwyczajeń ludzi, tradycji kulturowych oraz możliwości zapamiętywania i szybkości uczenia się.

E-learning umożliwia stosowanie atrakcyjnych i skutecznych form kształcenia w procesie wzbogacania wiedzy organizacji, ale wówczas, gdy koreluje z istniejącymi paradygmatami nauczania tradycyjnego i kształcenia na odległość. Zatem głównym aspektem e-learningu jest potencjalne łączenie silnych strony nauczania tradycyjnego i nauczania na odległość wykorzystując najnowsze technologie informatyczne, przy czym ważniejszy jest sposób wykorzystania danej technologii i umiejętnego połączenia jej z innowacjami pedagogicznymi niż jej rodzaj. Ponieważ pracownicy są najcenniejszym źródłem wiedzy organizacji, optymalnym rozwiązaniem wydaje się zintegrowanie struktury organizacyjnej przedsiębiorstwa z uwzględnieniem systemu zarządzania wiedzą, technologii i metod powiększających zasoby ludzkiej wiedzy wynikającej z posiadanego doświadczenia, w celu rozbudowania świadomość wartości każdego pracownika, co zachęci go do dzielenia się zdobytą wiedzą bez poczucia zagrożenia.

Literatura

1. Applehans W., Globe A., Laugero G.(1999), *Managing Knowledge. A Practical Web-Based Approach*, Addison-Wesley, 1999.
2. Kisielnicki J.(2003), *System pozyskiwania i zarządzania wiedzą we współczesnych organizacjach,* w: *Zarządzanie wiedzą we współczesnych organizacjach.* (red.) J. Kisielnicki. Monografie

i opracowania 4, Wyższa Szkoła Handlu i Prawa w Warszawie, Warszawa.
3. Gołuchowski J.(2005), *Technologie informatyczne w zarządzaniu wiedzą w organizacji,* Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Karola Adamieckiego w Katowicach, Katowice.
4. Bair J. http://www.gartner.com/
5. Fazlagić A (1998), *The Knowledge Spiral* w: *Knowing in Firms,* (red.) G.Krogh, J.Roos, D.Kleine, Sage Publications, London.
6. Nonaka I, Takeuchi H.(1995), *The Knowledge Creating Company,* Oxford University Press, Oxford, UK.
7. Davenport T.H., Prusak L.(1998), *Working Knowledg: How Organizations Manage What They Know,* Harvard Business School Pres, Boston, MA.
8. Polanyi M. (1966), *The tacit dimension,* Routledge & Kegan Paul, London.
9. *Kompedium wiedzy o sieciach,* NetWorld Akademia 2003.
10. Nałęcz W.(2002), *Siecią po WWWiedzę,* Teleinfo nr 3.
11. http://www.wiedzanet.pl
12. *Dystans do distance learning,* PC Kurier 18/20002
13. Dziobiak T. (2002), *Potęga informacji,* Teleinfo nr 1-2.
14. Probst G., Raub S., Romhardt K. (2002}, *Zarządzanie wiedzą w organizacji,* Oficyna Ekonomiczna, Kraków.
15. Kisielnicki J. (2004), *Zarządzanie wiedzą we współczesnych organizacjach,* w: *Zarządzanie wiedzą w systemach informacyjnych,* (red.) Abramowicz W., Nowiecki A., Owoc M., Wyd. AE, Wrocław.

ROZDZIAŁ XIV

NOWE MOŻLIWOŚCI INTEGRACJI ORAZ POPRAWY SKUTECZNOŚCI JEDNOMODALNYCH SYSTEMÓW SILNEGO UWIERZYTELNIANIA

Adrian KAPCZYŃSKI

Wprowadzenie

Współczesne systemy komputerowe realizowane są z uwzględnieniem wytycznych zawartych w normach i standardach z zakresu bezpieczeństwa teleinformatycznego. Zasady obowiązujące w określonym rozwiązaniu znajdują wyraz w polityce bezpieczeństwa, której ważnym elementem jest zbiór zasad kontroli logicznej, warunkujących prawidłowość dostępu do określonych zasobów przez autoryzowane podmioty (procesy). Podstawą autoryzacji danego podmiotu w systemie, jest uwierzytelnianie, które jest rozumiane jako sprawdzanie tożsamości realizowane w oparciu o pewne uprzywilejowane informacje.

Metody uwierzytelniania klasyfikuje się z uwagi na źródło uprzywilejowanych informacji. Wyróżnia się [7]:

- metody oparte o wiedzę,
- metody oparte o materialne identyfikatory,
- metody oparte o charakterystyki anatomii ciała (zachowań) człowieka.

Ostatnia grupa metod jest implementowana w systemach silnego uwierzytelniania, które w klasycznym ujęciu są rozwiązaniami wykorzystującymi jedną cechę anatomii lub zachowania człowieka (systemy jednomodalne). Praktyka stosowania wzmiankowanych systemów wskazuje na pewne słabości systemów jednomodalnych (m.in. trudności z przetworzeniem charakterystyk wszystkich użytkowników). Szczególne znaczenie dla skuteczności systemu ma odpowiednia jego parametryzacja, a w szczególności ustalenie wartości progowej, która determinuje wymagany poziom „zgodności" porównywanych wzorców [6].

W artykule podjęto problematykę złożonych systemów biometrycznych, w których wykorzystywana jest więcej niż jedna modalność. Problem badawczy dotyczy metodyki doboru wartości progowej systemu wielomodalnego.

1 Jedno- i wielomodalne systemy biometryczne

Klasyczne, jednomodalne systemy biometryczne, parametryzowane są z uwzględnieniem docelowego środowiska pracy. W uproszczeniu rzecz ujmując, przyjęcie wysokiej wartości progowej rezultuje w zmniejszeniu prawdopodobieństwa błędnej akceptacji, przy wzroście prawdopodobieństwa błędnego odrzucenia; przyjęcie natomiast niskiej wartości progowej, prowadzi odpowiednio do zwiększenia prawdopodobieństwa błędnej akceptacji oraz

zmniejszenia prawdopodobieństwa błędnego odrzucenia [5, 6].

W środowiskach wymagających szczególnie wysokiego poziomu bezpieczeństwa w zakresie realizowanych procesów uwierzytelniania, konieczna jest maksymalizacja wartości progowej, co jednak wiąże się ze wzrostem błędnych odrzuceń. Intensyfikacja błędnych odrzuceń może stanowić przesłankę uruchomienia procedury alarmowej, co w przypadku, gdy próbę uwierzytelnienia podejmuje użytkownik prawowity, może być bardzo dyskomfortowe (biorąc pod charakter procedury alarmowej w środowiskach wymagających wysokiego poziomu bezpieczeństwa).

Ponadto, w analizowanych systemach występuje możliwość podszycia się pod prawowitego użytkownika, bądź też sytuacja, w której użytkownicy prawowici w sposób zamierzony unikają poprawnej identyfikacji (np. dla celów pozyskania korzyści majątkowej, kosztem finansowych systemów pomocy socjalnej - tzw. „*double dipping*") [2]. Analizowane wzorce biometryczne bardzo często cechują się niską jakością, determinowaną m.in. warunkami realizacji procesu akwizycji (wpływ otoczenia, stanu urządzenia biometrycznego).

W świetle powyższego, zasadne wydaje się poszukiwanie takich rozwiązań systemów biometrycznych, które cechowałyby się akceptowalnymi parametrami czasowymi oraz wydajnościowymi, przy jednoczesnym niwelowaniu wymienionych słabości. W razie braku możliwości przedłożenia wzorca lub jego niskiej jakości, system oparty o jedną metodę biometryczną zadziała nieprawidłowo.

Alternatywą dla przedstawionego powyżej rozwiązania jest wykorzystanie więcej niż jednego źródła dla wygenerowania decyzji o akceptacji albo odrzuceniu. Za przykład może posłużyć zastosowanie dwóch systemów biometrycznych o wysokich (ale nie maksymalnych) wartościach progowych, generujących decyzje cząstkowe. W literaturze przedmiotu [1, 2, 3, 4, 5] systemy takie określane są mianem multimodalnych.

W tradycyjnych biometrycznych systemach uwierzytelniania występuje jeden ciąg operacji realizowanych przez poszczególne komponenty systemu – tworząc tzw. warstwę. W systemach wielomodalnych występuje redundancja – często nie tylko w zakresie rodzaju, ale również instancji surowych charakterystyk i/lub komponentu(ów) systemu, co wiąże się z powstaniem dodatkowego źródła, które w wyniku integracji ze źródłem podstawowym, stanowi podstawę wygenerowania decyzji. Wielomodalne biometryczne systemy uwierzytelniania mogą być realizowane przy założeniu redundancji na różnych etapach realizowanego procesu uwierzytelniania.

Opracowano zestaw różnych architektur wielomodalnych biometrycznych systemów uwierzytelniania opartych o biometrię linii papilarnych oraz biometrię sygnału mowy.

2 Architektury zaimplementowanych systemów wielomodalnych

Analizowane wielomodalne systemy biometryczne wykorzystujące

wczesną integrację (tj. fuzję stopni dopasowania) cechują się tym, iż weryfikacja następuje według określonego porządku i w analizowanym przypadku składa się z dwóch faz. Idea systemu opiera się na wykorzystaniu dwóch biometrii oraz trzech wartości progowych:

- wartość progowa T1. Wartość wykorzystywana dla pierwszej biometrii, w trakcie realizacji pierwszej fazy. Poziom wartości progowej winien być tak dobrany, aby system cechował się relatywnie niską liczbą błędnych odrzuceń. Przykładowo, dla wartości progowych z przedziału [0;10], poziom wartości progowej T1 wynosiłby 2 (T1=2),
- wartość progowa T2. Wartość wykorzystywana dla pierwszej biometrii, w trakcie realizacji pierwszej fazy. Poziom wartości progowej winien być tak dobrany, aby system cechował się relatywnie niską liczbą błędnych akceptacji. Przykładowo, dla wartości progowych z przedziału [0;10], poziom wartości progowej T2 wynosiłby 9 (T2=9),
- wartość progowa T3. Wartość wykorzystywana dla drugiej biometrii, w trakcie realizacji drugiej fazy. Poziom wartości progowej winien być dobrany zgodnie z wymogami konkretnego środowiska pracy. Przykładowo, dla wartości progowych z przedziału [0;10], poziom wartości progowej T3 wynosiłby 7 (T3=7).

W fazie pierwszej stopień dopasowania pierwszej biometrii (SD1) jest konfrontowany z wartością T1: jeżeli SD1-T1 będzie ujemne to następuje podjęcie decyzji o odrzuceniu, w przeciwnym wypadku następuje konfrontacja z wartością T2: jeżeli SD1-T2 będzie nieujemne, to następuje podjęcie decyzji o akceptacji, w przeciwnym wypadku następuje przejście do fazy drugiej. W fazie drugiej, wykorzystywane jest drugie źródło na potrzeby podjęcia decyzji – stopień dopasowania SD2, który jest konfrontowany z wartością T3: jeżeli SD2-T3 będzie nieujemne, to następuje podjęcie decyzji o akceptacji, w przeciwnym wypadku następuje podjęcie decyzji o odrzuceniu.

Dla omawianej architektury opracowano dwa podstawowe rozwiązania, a w ramach poszczególnych rozwiązań, warianty.

Zamodelowano, zaimplementowano oraz poddano badaniom następujące rozwiązania:

A. Wielomodalny biometryczny system uwierzytelniania z arbitralnie ustalonymi wartościami progowymi.

Niniejszy system został opracowany w wariantach różniących się biometriami wykorzystywanymi w poszczególnych fazach:

A1. Wariant, w którym w fazie pierwszej wykorzystywana jest biometria linii papilarnych, a w fazie drugiej wykorzystywana jest biometria sygnału mowy. Niniejszy system został poddany ocenie z wykorzystaniem pełnego spektrum wartości progowych T1 z przedziału [0;10], T2 z przedziału [0;10] oraz T3 z przedziału [0;10].

A2. Wariant, w którym w fazie pierwszej wykorzystywana jest biometria sygnału mowy, a w fazie drugiej wykorzystywana jest biometria linii papilarnych. Niniejszy system został poddany ocenie z wykorzystaniem pełnego spektrum wartości progowych T1 z przedziału [0;10], T2 z przedziału [0;10] oraz T3 z

przedziału [0;10].

A3. Wariant, w którym w fazie pierwszej wykorzystywana jest biometria linii papilarnych, a w fazie drugiej wykorzystywana jest biometria sygnału mowy. Wartości progowe zostały ustalone arbitralnie na poziomach: T1=2; T2=9; T3=7.

A4. Wariant, w którym w fazie pierwszej wykorzystywana jest biometria sygnału mowy, a w fazie drugiej wykorzystywana jest biometria linii papilarnych. Wartości progowe zostały ustalone arbitralnie na poziomach: T1=2; T2=9; T3=7.

B. Wielomodalny biometryczny system uwierzytelniania ze zmienną wartością progową.

Niniejszy system został opracowany w wariantach, w których zadana wartość progowa przyjmuje wartości z ustalonego przedziału:

B1. Wariant, w którym w fazie pierwszej wykorzystywana jest biometria linii papilarnych, a w fazie drugiej wykorzystywana jest biometria sygnału mowy. Wartości progowe przyjmują wartości:

- T1=1;
- T2=9;
- T3 z przedziału [0;10].

B2. Wariant, w którym w fazie pierwszej wykorzystywana jest biometria linii papilarnych, a w fazie drugiej wykorzystywana jest biometria sygnału mowy. Wartości progowe przyjmują wartości:

- T1 z przedziału [1;3];
- T2=9;
- T3=8.

B3. Wariant, w którym w fazie pierwszej wykorzystywana jest biometria linii papilarnych, a w fazie drugiej wykorzystywana jest biometria sygnału mowy. Wartości progowe przyjmują wartości:

- T1=1;
- T2 z przedziału [8;10];
- T3=8.

B4. Wariant, w którym w fazie pierwszej wykorzystywana jest biometria sygnału mowy, a w fazie drugiej wykorzystywana jest biometria linii papilarnych. Wartości progowe przyjmują wartości:

- T1=1;
- T2=9;
- T3 z przedziału [0;10].

B5. Wariant, w którym w fazie pierwszej wykorzystywana jest biometria sygnału mowy, a w fazie drugiej wykorzystywana jest biometria linii papilarnych. Wartości progowe przyjmują wartości:

- T1 z przedziału [1;3];
- T2=9;
- T3=8.

B6. Wariant, w którym w fazie pierwszej wykorzystywana jest biometria sygnału mowy, a w fazie drugiej wykorzystywana jest biometria linii papilarnych. Wartości progowe przyjmują wartości:

- T1=1;
- T2 z przedziału [8;10];
- T3=8.

Zaimplementowane systemy poddano badaniom mających na celu ustalenie wpływu fluktuacji wartości progowej na wielkości generowanych błędów:

- Liczby błędnych odrzuceń LBO,
- Liczby błędnych akceptacji LBA.

Do ewaluacji wykorzystano zbiory danych, zawierających wzorce rejestracyjne oraz weryfikacyjne 30 użytkowników, pobranych w dwóch różnych punktach czasu:

- Z1 – łącznie 30 wzorców rejestracji oraz 30 wzorców weryfikacji,
- Z2 – łącznie 30 wzorców rejestracji oraz 30 wzorców weryfikacji.

3 Badania

Dla potrzeb badań utworzono zestawienie wartości parametrów LBO i LBA dla wymienionych rozwiązań, a także jako referencyjne przedstawiono wartości parametrów systemów jednomodalnych (X1 – biometria linii papilarnych, X2 – biometria sygnału mowy). Zestawienie przedstawiono w tablicy 1.

Tablica 1. Zestawienie błędów uzyskanych w czasie ewaluacji zaimplementowanych systemów

Zbiór danych	**Z1**			**Z2**		
System / Błąd	**LBO**	**LBA**	**LBO+LBA**	**LBO**	**LBA**	**LBO+LBA**
X1	7	0	7	4	0	4
X2	12	1	13	18	1	19
A1	2	0	2	2	0	2
A2	3	0	3	2	1	3
A3	16	0	16	11	0	11
A4	14	0	14	14	0	14
B1	7	0	7	3	1	4
B2	13	0	13	16	0	16
B3	14	0	14	14	0	14
B4	7	0	7	4	0	4
B5	13	0	13	16	0	16
B6	14	0	14	14	0	14

Na podstawie przeprowadzonej analizy wyników badań sformułowano następujące wnioski:

- Na osiągnięcie najlepszych rezultatów pozwala integracja metod w ramach systemu hierarchicznego wykorzystującego w fazie pierwszej biometrię linii

papilarnych o stałej wartości progowej (A1). Łączna liczba błędów pierwszego i drugiego rodzaju jest niższa niż w przypadku metod stosowanych oddzielnie. System ten pozwala na redukcję zarówno błędnej akceptacji, jak i błędnego odrzucenia w stosunku do systemów jednomodalnych.

- Integracja metod w systemie hierarchicznym wykorzystującym w fazie pierwszej biometrię sygnału mowy o stałej wartości progowej (A2) daje nieznacznie gorsze rezultaty niż w przypadku systemu hierarchicznego wykorzystującego w fazie pierwszej biometrię linii papilarnych (A1). Łączna liczba błędów pierwszego i drugiego rodzaju jest niższa niż w przypadku metod stosowanych oddzielnie. System ten pozwala na redukcję błędów pierwszego rodzaju przy zachowaniu poziomu błędów drugiego rodzaju występującego w przypadku systemu jednomodalnego wykorzystującego silniejszą metodę biometryczną.
- Połączenie metod w systemie hierarchicznym o zmiennej wartości progowej wykorzystującym w fazie pierwszej biometrię linii papilarnych (wariant B1) oraz w systemie hierarchicznym o zmiennej wartości progowej wykorzystującym w fazie pierwszej biometrię sygnału mowy (wariant B4) pozwala uzyskać znaczną redukcję łącznej liczby błędów poprzez istotne obniżenie błędnego odrzucenia w stosunku do słabszej metody biometrycznej. Uzyskany poziom błędów jest równy lub nieznacznie wyższy niż poziom błędów występujący w razie zastosowania silniejszej metody biometrycznej. Tym samym system ten może być stosowany alternatywnie dla systemów jednomodalnych.

4 Podsumowanie

W artykule zaprezentowano wyniki badań hybrydowego systemu biometrycznego powstałego w wyniku wczesnej integracji jednomodalnych systemów uwierzytelniania opartych o charakterystykę obrazu linii papilarnych oraz charakterystykę sygnału mowy. Analizie poddano wpływ fluktuacji wartości progowej na skuteczność procesu weryfikacji.

Literatura

1. Ashbourn J.: Biometrics – advanced identity verification. Springer Verlag (2000)
2. Jain A, Bolle R., Pankanti S.: Biometrics. Personal Identification in Networked Society. Kluwer Academic Publishers, Boston 1999.
3. Kapczyński A.: About implementation of multiple biometrics authentication system, Proceedings of 2nd International Conference on Information and communication technology security, Bielsko-Biala, Poland (2003)
4. Kapczyński A.: Metody uwierzytelniania użytkowników systemów komputerowych. Rozprawa doktorska. Politechnika Śląska, Gliwice 2004.
5. Nanavanti S., Thieme M., Nanavati R.: Biometrics - identity verification. Wiley

& Sons, Inc. (2002)
6. Wayman J.L.: Fundamentals of biometric authentication technologies. International Journal of Image and Graphics, vol. 1, no. 4, 2001.
7. Zhang D.: Biometric solutions for authentication in an e-world. Kluwer Academic Publishers, Boston 2002.

ROZDZIAŁ XV

ZARZĄDZANIE WIEDZĄ W KOOPERACYJNYM ŁAŃCUCHU DOSTAW*

Grażyna BILLEWICZ, Alicja SKRZECZ

Wstęp

Nieustanne zmiany występujące w życiu gospodarczym, rozwój technologii informatycznych, powstanie gospodarki elektronicznej, jak również sprostanie spersonalizowanym i sofistycznym potrzebom i wymaganiom klientów, doprowadziły do tego, że znacznym przeobrażeniom uległa koncepcja zarządzania i procesy zachodzące w przedsiębiorstwie.

Zarządzanie organizacją w warunkach ciągłych zmian związane jest z przyswajaniem i przetwarzaniem przez pracowników ogromnych ilości informacji, najczęściej w krótkim czasie. Wynikiem tego procesu jest wiedza, którą można rozumieć jako pewien byt abstrakcyjny, tworzący się poprzez gromadzenie wiadomości (informacji) o rzeczywistości, powstający w świadomości człowieka[1]. W doktrynie nauk ekonomicznych w sposób jednoznaczny podkreśla się rosnące znaczenie wiedzy dla rozwoju cywilizacyjnego. Czynią to tak wybitni badacze, jak: A. Toffler, P. Drucker, P. Senge. A. Toffler uważa, że w dziejach ludzkości mamy do czynienia z tzw. trzecią falą następującą po rewolucji agrarnej i rewolucji przemysłowej – z erą informacji, erą wiedzy. P. Drucker przewiduje ukształtowanie się nowego społeczeństwa - społeczeństwa informacyjnego (opartego na wiedzy). P. Senge proponuje model organizacji uczącej się, której ważnymi celami są: ćwiczenie mistrzostwa indywidualnego pracowników, kreowanie wspólnej wizji przyszłości, zespołowe uczenie się[2].

Potrzeba traktowania wiedzy jako zasobu organizacji i zarządzania nim wynika przede wszystkim z tego, że wiedza jako zasób wymaga ochrony, a procesy jej tworzenia muszą być zorganizowane i skoordynowane[3]. Optymalizacja przepływu wiedzy w przedsiębiorstwie służy poprawie przebiegu procesów w nim występujących, przyczyniając się do zwiększenia wartości firmy. Konieczne staje się zatem ciągłe pozyskiwanie oraz przekazywanie informacji i wiedzy, przy czym istotne jest rozgraniczenie między wiedzą, którą można się

---

* Za zgodą Autorek niniejszy rozdział stanowi reprint opracowania zamieszczonego w tomie Informatyka w zarządzaniu logistyką – J. Grabara (red.) – Wyd. Polskie Towarzystwo Informatyczne, Katowice 2006, ISBN 83-922624-9-2

[1] J. Gołuchowski, Technologie informatyczne w zarządzaniu wiedzą w organizacji, AE Katowice, Katowice 2005.

[2] W. Kotarba, Ochrona wiedzy a kapitał intelektualny organizacji, PWE, Warszawa 2006.

[3] J. Gołuchowski: Technologie informatyczne w zarządzaniu wiedzą w organizacji, AE Katowice, Katowice 2005.

dzielić w ramach współpracy, a wiedzą o znaczeniu strategicznym, będącym źródłem przewagi konkurencyjnej. W dzisiejszych czasach dostęp do wiedzy, jej szybkie i odpowiednie wykorzystanie i zastosowanie, jest sprawą priorytetową każdej organizacji.

Jeżeli zaś wiedza określana jest mianem zasobu, to logicznym staje się podejście do wiedzy od strony zarządzania zasobami. Przez zarządzanie wiedzą rozumie się systemowo uporządkowany, zintegrowany zbiór działań (procesów) ukierunkowanych na uzyskiwanie, gromadzenie, przetwarzanie i wskazywanie informacji (wiedzy) przydatnych do optymalnej realizacji szeroko rozumianych procesów decyzyjnych[4]. Informatyczne systemy zarządzania wiedzą, są swoistymi narzędziami umożliwiającymi jak najlepsze wykorzystanie zasobów intelektualnych przedsiębiorstwa, poprzez gromadzenie wiedzy i ułatwianie dostępu do niej pracownikom.

Zarządzanie wiedzą sprowadza się do pozyskiwania wiedzy ze wszystkich dostępnych źródeł oraz przekształcenia jej w celu[5]:

- Tworzenia nowych wartości dla klientów, w tym podniesienia jakości produktów i usług;
- Usprawnień w zarządzaniu zasobami ludzkimi, uwzględniając wzrost kwalifikacji pracowników oraz efektywne wykorzystanie ich potencjału;
- Wypracowanie zysku dla firmy lub minimalizacji kosztów prowadzenia działalności;
- Kształtowanie wizerunku firmy i jej produktów/usług.

Należy podkreślić, że przedsiębiorstwo zarządzające wiedzą zwraca szczególną uwagę na budowaniu trwałych więzi z otoczeniem, co jest podstawą prawidłowego zarządzania łańcuchem dostaw.

1. Znaczenie wiedzy w łańcuchu dostaw

W przeszłości, w celu optymalizacji zarządzania zasobami materialnymi rozwinięto różne podejścia do zarządzania łańcuchem dostaw (Supply Chain Management SCM). Jednakże, każde z nich miało na celu efektywne integrowanie dostawców, producentów, składów i punktów sprzedaży detalicznej, aby produkty były wytwarzane i dystrybuowane we właściwych ilościach, do właściwych miejsc i we właściwym czasie. Założeniem SCM jest minimalizacja kosztów systemowych, przy utrzymaniu wymaganego poziomu obsługi.

Systemy SCM umożliwiają planowanie, śledzenie i korygowanie przepły-

[4] W. Kotarba, M. Kotarba, Istota zarządzania wiedzą, [w:] Ochrona wiedzy a kapitał intelektualny organizacji, Praca zbiorowa pod red. W. Kotarba, PWE, Warszawa 2006.

[5] A. Błaszczuk, Korzyści z zarządzania wiedzą, [w:] Zarządzanie wiedzą w polskich przedsiębiorstwach, A. Błaszczuk, J.J. Brdulak, M. Guzik, A. Pawluczuk, SGH Warszawa, Warszawa 2004.

wu towarów w łańcuchach (sieciach) dostaw[6]. Dzięki nim możliwa jest synchronizacja przepływu materiałów pomiędzy poszczególnymi kooperantami, co wyraźnie ułatwia firmie dostosowanie się do określonego popytu rynkowego. Rozwiązania SCM wykorzystuje się głównie w fazie projektowania produktu, wyboru źródeł zaopatrzenia, przewidywania popytu na wyroby, a także sterowania ich dystrybucją. Planowanie i wykonanie planu jest tu na bieżąco synchronizowane, a gdy pojawi się niedobór produktu - jest jeszcze czas, by skutecznie zareagować i przeciwdziałać negatywnym skutkom braku spełnienia potrzeb klienta. Daje to szansę na zmniejszenie zapasów, zwiększenie zwrotu kapitału ze środków trwałych, polepszenie jakości produktów oraz na szybkość działania i zdolność do odpowiedniej reakcji na zmiany - tak potrzebne w nowoczesnej gospodarce.

Wewnętrzne SCM obejmują zagadnienia związane z zaopatrzeniem, produkcją i dystrybucją. Zewnętrzne SCM integrują przedsiębiorstwo z jego dostawcami i klientami.

Na zarządzanie łańcuchem dostaw składa się zaangażowanie wielu ludzi, uruchomienie procedur i zdarzeń, którym towarzyszą przepływy wartości i wiedzy. SCM jest złożony z kompletnych i zintegrowanych narzędzi niezbędnych do planowania i realizacji zadań łańcucha dostaw, tworząc platformę współpracy na wszystkich szczeblach planowania - od strategicznego, poprzez taktyczny, aż do operacyjnego włącznie. Do głównych zalet systemów SCM zalicza się:

- integrację z innymi systemami w obrębie przedsiębiorstwa,
- integrację z innymi przedsiębiorstwami,
- dostosowanie wielkości produkcji do poziomu popytu na określone wyroby,
- możliwość dokonywania bieżących symulacji rynkowych, umożliwiających błyskawiczną reakcję na pojawiające się zapotrzebowania ze strony klientów,
- możliwość optymalizacji źródeł dostaw,
- jednoczesne planowanie specjalistycznych potrzeb materiałowych i określanie zdolności produkcyjnych,
- zapewnienie przejrzystości wzajemnych współzależności pomiędzy poszczególnymi ogniwami łańcucha dostaw,
- tworzenie zbiorczych planów związanych z zaopatrzeniem, magazynowaniem, produkcją oraz transportem wytwarzanych dóbr,
- definiowanie wszystkich ograniczeń istniejących sieci dostaw.

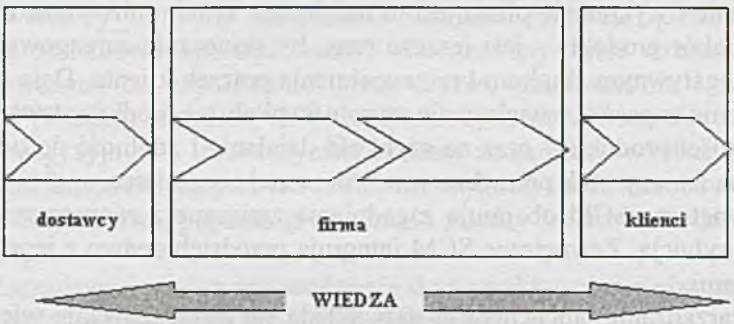
Dzięki SCM, współpracujące firmy partnerskie mogą szybko wykryć nowy popyt na rynku i wykorzystać tę informację w całej sieci powiązań logistycznych i kooperacyjnych. W takiej sytuacji można szybko reagować na zmieniające się warunki rynkowe i wymagania klientów, co przyczynia się do zwiększenia wartości wszystkich firm uczestniczących w realizacji łańcucha dostaw[7].Łańcuch do-

[6] W tradycyjnym łańcuchu dostaw występują relacje 1:1. Internet dał możliwość rozszerzenia tych relacji 1:wielu, a nawet wiele:wielu. Stąd bardziej precyzyjne jest określenie sieci dostaw. Por. A. Łupicka, Sieci logistyczne, AE Poznań, Poznań 2006.

[7] C. M. Olszak, E. Ziemba, Systemy zarządzania łańcuchem dostaw w internetowych procesach handlowych, [w:] Systemy e-commerce. Technologie internetowe w biznesie, praca zbiorowa pod red. C. M. Olszak, AE Katowice, Katowice 2004.

staw powstaje w wyniku aliansu niezależnych partnerów, którego ideą jest współpraca pomiędzy uczestnikami łańcucha w celu osiągnięcia przewagi konkurencyjnej. Pomiędzy uczestnikami łańcucha dostaw następują nie tylko przepływ materialne i finansowe, ale również przepływ wiedzy, co ilustruje rys. 1.

Błąd!



Rys.1. Przepływ wiedzy w łańcuchu dostaw

Podstawową rolę w zarządzaniu łańcuchem dostaw odgrywa przejrzystość w zakresie zapasów utrzymanych w całym łańcuchu. Firmy partnerskie mogą współpracować ze sobą we wszystkich istotnych obszarach logistycznych - takich, jak przyjmowanie zamówień klientów lub śledzenie zapasów i dostaw.

Rosnąca rola gospodarki elektronicznej w połączeniu z większą koncentracją uwagi na kliencie sprawia, że zmniejsza się kapitałochłonność, a wzrasta wiedzochłonność. Przykładowo, utrzymywanie dużych zapasów magazynowych staje się zbyt kosztowne, w konsekwencji czego powoduje wzrost kosztu produktu końcowego. Wszystkie tradycyjne funkcje inwestycje związane z zarządzaniem łańcuchem dostaw są coraz bardziej podporządkowane wiedzy o kliencie oraz współpracy z dostawcami. Umiejętność efektywnej komunikacji decyduje o sile relacji między jednostkami firmy i klientem, oraz o zdolności firmy do utrzymania tych relacji[8]. Przepływ wiedzy pomiędzy uczestnikami łańcucha zapewnia, że plany produkcyjne, planowanie zakupów oraz zapasów mogą być obniżane do minimum, co w konsekwencji prowadzi do obniżenia poziomu kosztów. Taki system gwarantuje możliwość opracowywania wieloletnich planów strategicznych opartych na wzajemnym partnerstwie zaangażowanych firm.

Współczesne zarządzanie logistyczne obejmuje przepływ dóbr i usług i ma charakter globalny. Zmiany rynkowe i globalizacja gospodarki wpływają na zasięg procesów logistycznych, które muszą być wspomagane nowoczesną technologią informacyjną i komunikacyjną. Złożone systemy informatyczne, o charakterze analitycznym wykorzystują informacje i wiedzę oraz generują nową wiedzę. Cały proces przetwarzania musi być tak zorganizowany, aby dostarczał właściwą informację we właściwe miejsce i w odpowiednim czasie, co przekłada się na zaspa-

[8] A. Tiwan: Przewodnik po zarządzaniu wiedzą. E-biznes i zastosowania CRM, Placet, Warszawa 2003.

kajanie potrzeb końcowego odbiorcy – klienta dóbr i usług.

Rozwiązania SCM, a zwłaszcza e-SCM wykorzystuje się głównie w fazie projektowania produktu, wyboru źródeł zaopatrzenia, przewidywania popytu na wyroby, a także sterowania ich dystrybucją. Koncepcja SCM i e-SCM jest zbieżna, jednak ta druga jest ściśle związana z Internetem, stąd też może wykorzystywać wiedzę i zarządzać nią bez ograniczeń terytorialnych. Planowanie i wykonanie planu jest tu na bieżąco synchronizowane, a gdy pojawi się niedobór produktu - jest jeszcze czas, by skutecznie zareagować i przeciwdziałać negatywnym skutkom braku spełnienia potrzeb klienta. Daje to szansę na zmniejszenie zapasów, zwiększenie zwrotu kapitału ze środków trwałych, polepszenie jakości produktów oraz na szybkość działania i zdolność do odpowiedniej reakcji na zmiany - tak potrzebne w nowoczesnej gospodarce.

Do podstawowych elementów systemu e-SCM należą[9]:

- eHandel – prezentacja poszczególnych towarów, usług i informacji oraz ich sprzedaż indywidualnym klientom za pośrednictwem Internetu,
- eProdukcja – wsparcie produkcji materialnej przedsiębiorstwa przez outsourcing i wymianę informacji w zintegrowanych systemach informatycznych współpracujących jednostek,
- eLogistyka – koordynowanie i integracja działań, które prowadzą do dostarczenia produktów i usług do finalnego odbiorcy za pośrednictwem Internetu,
- ePlanowanie – współpraca w planowaniu na każdym odcinku łańcucha dostaw, odbywająca się poprzez Internet,
- eZaopatrzenie – pozyskiwanie towarów i usług przy użyciu elektronicznych katalogów zamieszczanych w Internecie,
- eProjektowanie – wspólne prowadzenie prac nad nowościami przez kilku partnerów przy użyciu Internetu w celu szybszego wprowadzania produktów na rynek.

Transakcje e-biznesowe w sferze zarządzania łańcuchem dostaw dotyczą przepływów informacji, wiedzy, produktów i środków finansowych. Na szczególną uwagę zasługuje fakt, że wyżej wymienione przepływy w sieci Internet, stały się niezależne od siebie. Organizacje, działające w obszarze e-biznesu mogą realizować przez Internet wszystkie, lub tylko wybrane transakcje związane z zarządzaniem łańcuchem dostaw, do których należą[10]:

- zapewnienie informacji w łańcuchu dostaw,
- negocjowania cen i kontaktów z kontrahentami,
- stworzenie klientom możliwości składania zamówień,
- umożliwienie klientom monitorowanie realizacji zamówień,
- realizacja zamówień i dostawa,

---

[9] K. Korff, H. Knak, Co może producentom dać eZarządzanie Łańcuchem Dostaw?, „CXO. Magazyn Kadry Zarządzającej", grudzień 2001.

[10] K. Rutkowski, Między młotem technologicznych wyzwań e-biznesu a kowadłem możliwości jego logistycznej obsługi, [w:] Logistyka on-line, praca zbiorowa pod red. K. Rutkowskiego, PWE, Warszawa 2002.

– odbiór płatności od klientów.

Zakres prac realizowany w łańcuchu dostaw jest tak obszerny, że jego sprawna realizacja bez wykorzystania nowoczesnych technik informacyjnych i komunikacyjnych nie jest możliwa. Należy także podkreślić fakt, że rozwiązania SCM są zintegrowane i współpracują z wieloma systemami informatycznymi eksploatowanymi w organizacji.

2. Integracja rozwiązań e-SCM z wybranymi systemami informatycznymi

Systemy e-SCM mogą być w pełni wykorzystywane w przedsiębiorstwach tylko wówczas, gdy są zintegrowane z innymi systemami, jak np.: z systemami klasy ERP (Planowanie Zasobów Przedsiębiorstwa), EDI (Elektoniczna Wymiana Danych), CRM (System Zarządzania Relacjami z Klientami), systemy handlu elektronicznego, APS (Zaawansowane Planowanie i Harmonogramowanie) czy SRM (Systemy Zarządzania Relacjami z Dostawcami). Zadaniem tych systemów jest integracja i optymalizacja wszystkich elementów łańcucha logistycznego.

W elektronicznym zarządzaniu łańcuchem dostaw szczególna rola przypada systemom ERP, które integrują wszystkie funkcje (procesy) w organizacji, jak również fazy łańcucha dostaw (dostawcę, producenta, dystrybutora, detalistę i klienta). Niedostatki systemów ERP w zakresie ich ograniczonych możliwości analitycznych, sekwencyjnego planowania potrzeb materiałowych i zdolności produkcyjnych oraz ich statyczny charakter stały się przesłanką do opracowania systemów zaawansowanego planowania i harmonograowania klasy APS (Advanced Planning & Scheduling).

Systemy APS, które powstały w ostatnich latach ubiegłego wieku, obejmują swym zakresem wiele aspektów zarządzania łańcuchem dostaw – od planowania strategicznego, synchronizacji planów taktycznych i operacyjnych dotyczących zaopatrzenia, produkcji i dystrybucji, aż po harmonogramowanie wysyłek z uwzględnieniem wszystkich uczestników łańcucha dostaw. Systemy te generują optymalne plany i harmonogramy określające co, ile, gdzie i kiedy należy wykonać, uwzględniając zasoby organizacji i jej cele biznesowe. Tak więc aplikacje te stanowią istotne rozwinięcie planowania w systemach ERP o mechanizmy optymalizacji procesów zachodzących w łańcuchu dostaw. APS pobiera z ERP informacje wykorzystywane do budowy modeli symulacyjnych oraz planów i harmonogramów. Opracowane plany stanowią zwrotne zasilenie systemu ERP. Systemy te mogą obejmować także funkcje strategicznego planowania łańcucha dostaw, planowania zapasów, czy ustalania aktualnej oferty. Optymalizacja łańcucha dostaw odbywa się na podstawie analizy relacji wymiennych (trade-off) pomiędzy poszczególnymi elementami systemu logistycznego. Przykładem tego typu relacji jest zależność między kosztami transportu oraz poziomem utrzymywanych zapasów. Funkcjonalność ta umożliwia przygotowanie scenariuszy optymalizacyjnych łańcuch dostaw. W systemach APS uwzględnia się informacje od partnerów łańcucha dostaw i dlatego możliwa jest weryfikacja przyjętych celów, ograniczeń w zasobach i zmianach w popycie. APS zapewniają więc zbiorowe plano-

wanie całości łańcucha dostaw z wykorzystaniem Internetu[11].

Systemy APS należą do grupy rozwiązań wysoce analitycznych, które korzystają z dostępnych zdolności obliczeniowych klient/serwer oraz osiągnięć w rozwoju skomplikowanych algorytmów z wykorzystaniem sztucznej inteligencji. Zabezpieczają tzw. harmonogramowanie skończone tzn. harmonogramowanie przy równoczesnym uwzględnianiu dysponowanych zdolności produkcyjnych, zamówień klientów i zapasów. Przy ustalaniu dostępnej oferty dają realne podstawy do potwierdzenia daty realizacji zlecenia klientowi. Jest to możliwe dzięki zasilaniu ich aktualnymi danymi z systemu klasy ERP oraz odpowiednich analiz na podstawie danych zawartych w hurtowniach danych.

Jednym z najważniejszych elementów współpracy partnerów biznesowych są Systemy Zarządzania Relacjami z dostawcami (Supplier Relationship Management – SRM). Nawet największe korporacje posiadają ograniczone zasoby, dlatego też utrzymanie relacji z innymi firmami, wykorzystując przy tym technologie elektroniczne, może przyczynić się do rozwoju przedsiębiorstwa i poprawy jego wyniku finansowego. W zależności od stopnia integracji i ram czasowych można wyróżnić dwie grupy modeli relacji współpracy z dostawcami: partnerstwo strategiczne i presja konkurencyjna.

Aby system mógł prawidłowo spełniać swoje zadania i przynosić planowane efekty, muszą być spełnione następujące warunki[12]:

- integracja wewnątrz przedsiębiorstwa,
- tworzenie elektronicznych połączeń z dostawcami,
- wykorzystanie wiedzy dotyczącej relacji z dostawcami,
- kultura organizacyjna wspierająca współpracę z dostawcami.

Podstawowym filarem, na którym opiera się SRM jest wiedza na temat dostawców, ich produktów i relacji, jakie zachodzą między partnerami w sieci dostaw. Dzięki udostępnianym funkcjom analitycznym możliwe jest monitorowanie wcześniejszych wzorców zaopatrzenia i planowanie przyszłych zakupów z uwzględnieniem aktualnych i zmieniających się czynników gospodarczych. W tym celu istotne wydaje się wykorzystanie narzędzi typu Business Intelligence, które pozwalają gromadzić, analizować, a następnie odpowiednio wykorzystać informacje dotyczące dostawców, procesów zaopatrzenia i relacji z dostawcami. Zastosowanie BI umożliwia między innymi:

- śledzenie i mierzenie sprawności swoich działań zaopatrzeniowych w porównaniu z ustalonymi celami,
- identyfikację obszarów działania, w których tkwią największe możliwości redukcji kosztów i poprawy efektywności,
- monitorowanie działań dostawców - jak wywiązują się oni ze swoich zobowią-

[11] Moduły oraz ogólną strukturę APS wraz z przepływem informacji pomiędzy poszczególnymi modułami można znaleźć m.in. w pracach: J. Witkowski, Zarządzanie łańcuchem dostaw, PWE, Warszawa 2003 oraz P. Dura, Zaawansowane systemy planowania i ich rola w gospodarce elektronicznej, [w:] Logistyka on-line, praca zbiorowa pod red. K. Rutkowskiego, PWE, Warszawa 2002.

[12] M. Kobielarz, Zarządzanie relacjami z dostawcami www.gazeta-it.pl 2005 nr 9.

zań, co do jakości, terminowości dostaw i cen,
- dokładniejsze dostosowanie zaopatrzenia do zmieniających się warunków zewnętrznych i potrzeb przedsiębiorstwa.

Jak już zauważono, relacje z dostawcami w SRM winny opierać się na zasadzie partnerstwa i dzielenia się wiedzą. Aby przedsiębiorstwo mogło prawidłowo funkcjonować, zwłaszcza na rynku elektronicznym, a jego pracownicy chcieli dzielić się wszelkimi, nawet najbardziej „trudnymi" informacjami, konieczne jest wzajemne zaufanie. Należy zatem unikać destrukcyjnej konkurencji między partnerami działającymi w łańcuchu dostaw.

W procesie zarządzania łańcuchem dostaw każde działanie polega na ścisłej obserwacji oraz dopasowaniu procesów zachodzących we współpracujących ze sobą organizacjach. Jeżeli relacje z partnerami okażą się niesprawne, wówczas przedsiębiorstwa mogą być narażone na utratę zaufania ze strony klientów, co może przynieść bardzo negatywne skutki zwłaszcza w gospodarce elektronicznej. Pojawienie się rynków elektronicznych zmieniło relacje między firmami, a przede wszystkim między kupującym a sprzedającym. E-partnerstwo w kontekście łańcucha dostaw obejmuje między innymi dostawców surowców, producentów podzespołów, producentów wyrobów gotowych, hurtowników, dystrybutorów, sprzedawców i klientów. Niektóre sieci dostaw mogą objąć kilkaset lub nawet kilka tysięcy dostawców i dystrybutorów, co w konsekwencji może doprowadzić do wzrostu ich konkurencyjności[13].

Jak już zauważono, kooperacyjny łańcuch dostaw należy tak zorganizować, aby jak najlepiej zaspokoić potrzeby klienta. Modelem zarządzania, w którym w centrum znajduje się klient jest system zarządzania relacjami z klientem CRM (Customer Relationship Management). Priorytetowym zadaniem tego systemu jest kształtowanie właściwych relacji z klientem. Efektem zastosowania CRM jest wsparcie procesu zdobywania nowych klientów, zwiększenie satysfakcji odbiorców oraz budowanie ich lojalności. CRM opiera się na tradycyjnych i nowoczesnych (teleinformatycznych) kanałach komunikacyjnych. Synchronizuje informacje o kliencie pochodzące z różnych systemów przedsiębiorstwa. Gromadzona nieustannie wiedza o kliencie pomaga podejmować właściwe decyzje oraz opracować odpowiednie strategie marketingowe. Włączenie zarządzania wiedzą w procesy CRM umożliwia zatem zrozumienie, a także analizę potrzeb i upodobań klientów, zwiększając tym samym wydajność procesów biznesowych.

Coraz więcej organizacji wykorzystuje sieć Internet w działalności gospodarczej, w celu pozyskania nowych oraz zaspokojeniu potrzeb obecnych klientów. Wykorzystanie technologii internetowych w zarządzaniu relacjami z klientami stwarza następujące możliwości[14]:
- Kierowania oferty do indywidualnego odbiorcy (przy niewielkim koszcie).

---

[13] P. Bucharowski, E-relacje jako forma współpracy partnerów biznesowych, „Gospodarka materiałowa & logistyka" 2006, nr 1.

[14] T. Porębska-Miąc, Zarządzanie relacjami z klientami w środowisku e-biznesu, [w:] Systemy Wspomagania Organizacji SWO 2006, praca zbiorowa pod red. T. Porębskiej-Miąc i H. Sroki, AE Katowice, Katowice 2006.

- Dedykowania stron odpowiadających jego oczekiwaniom pod względem graficznym i merytorycznym (zastosowanie personalizacji).
- Sprawnej komunikacji poprzez wszystkie dostępne narzędzia sieciowe (WWW, e-mail, forum dyskusyjne, chat-room itp.).
- Zastępowania jednokierunkowej transmisji przekazu, dwustronną wymianą między nabywcami.
- Udostępniania e-serwisu (przedstawienia problemu za pomocą gotowych formularzy zawierających pytania pomocnicze oraz bieżącego uaktualniania listy z opisem standardowych problemów.
- Wyboru na stronie internetowej opcji call-back.
- Podtrzymywania kontaktu z odbiorcą sieciowym poprzez dystrybucję biuletynów firmowych do jego skrzynki e-mail.
- Systematycznego badania poziomu zadowolenia klienta ze świadczonych usług,
- Działania w czasie rzeczywistym.

Wykorzystanie tych możliwości, z pozytywnym skutkiem dla klienta i tym samym dla organizacji, jest możliwe jeżeli system CRM zawiera bogatą wiedzę o kliencie. Dotyczy to przede wszystkim systemów CRM analitycznych, na podstawie których można antycypować potrzeby i decyzje klienta.

Zakończenie

W warunkach nadprodukcji dóbr i usług, dostawa właściwego produktu, czy usługi we właściwym czasie, miejscu i po odpowiedniej cenie nie stanowi już tylko elementu konkurencji, ale jest to kluczowy czynnik przetrwania na rynku uczestników łańcucha dostaw.

Zmienność produktów, nasycone rynki oraz coraz krótsze cykle życia produktów sprawiają, że efektywne zarządzanie wiedzą staje się dla firm warunkiem prawidłowego rozwoju i umacniania pozycji konkurencyjnej na coraz trudniejszym rynku. Rola, jaką nadaje się właściwym rozwiązaniom w tym zakresie, znajduje odzwierciedlenie w koncepcji zarządzania łańcuchem wiedzy (KCM - Knowledge Chain Management)[15].

Zarządzanie łańcuchem wiedzy można zdefiniować jako próbę optymalizacji przepływu wiedzy w procesie gospodarczym firmy, poprzez skrócenie czasu dostępu do odpowiedniego źródła wiedzy, co oznacza dostarczenie potrzebnej wiedzy do miejsca gdzie jest wymagana w odpowiednim czasie i w odpowiedniej ilości. Wymaga to stworzenia odpowiednich procedur dotyczących postępowania w przypadku braku odpowiedniej wiedzy - do kogo zwrócić się spośród użytkowników procesu, lub w jaki sposób i do kogo należy zgłosić zapotrzebowanie na wiedzę, w przypadku gdy jest ona niedostępna bezpośrednio w wykonywanym procesie.

[15] P. Adamczewski: Kod genetyczny, „ Logistyka a jakość" 2005 nr 4.

Literatura

1. Adamczewski P., „Kod genetyczny"; „Logistyka a jakość" 2005 nr 4.
2. Błaszczuk A., „Korzyści z zarządzania wiedzą"; [w:] Zarządzanie wiedzą w polskich przedsiębiorstwach, A. Błaszczuk, J.J. Brdulak, M. Guzik, A. Pawluczuk, SGH Warszawa; Warszawa 2004.
3. Bucharowski P., „E-relacje jako forma współpracy partnerów biznesowych"; „Gospodarka materiałowa & logistyka" 2006, nr 1.
4. Dura P., „Zaawansowane systemy planowania i ich rola w gospodarce elektronicznej"; [w:] Logistyka on-line, praca zbiorowa pod red. K. Rutkowskiego, PWE; Warszawa 2002.
5. Gołuchowski J., „Technologie informatyczne w zarządzaniu wiedzą w organizacji"; AE Katowice; Katowice 2005.
6. Gołuchowski J., „Technologie informatyczne w zarządzaniu wiedzą w organizacji"; AE Katowice; Katowice 2005.
7. Kobielarz M., „Zarządzanie relacjami z dostawcami"; www.gazeta-it.pl 2005 nr 9
8. Korff K., Knak H., „Co może producentom dać eZarządzanie Łańcuchem Dostaw?"; „CXO. Magazyn Kadry Zarządzającej", grudzień 2001.
9. Kotarba W., „Ochrona wiedzy a kapitał intelektualny organizacji"; PWE; Warszawa 2006.
10. Kotarba W., Kotarba M., „Istota zarządzania wiedzą"; [w:] Ochrona wiedzy a kapitał intelektualny organizacji, Praca zbiorowa pod red. W. Kotarba, PWE; Warszawa 2006.
11. Łupicka A., „Sieci logistyczne", AE Poznań; Poznań 2006.
12. Olszak C. M., Ziemba E., „Systemy zarządzania łańcuchem dostaw w internetowych procesach handlowych"; [w:] Systemy e-commerce. Technologie internetowe w biznesie, praca zbiorowa pod red. C. M. Olszak, AE Katowice; Katowice 2004.
13. Porębska-Miąc T., „Zarządzanie relacjami z klientami w środowisku e-biznesu"; [w:] Systemy Wspomagania Organizacji SWO 2006, praca zbiorowa pod red. T. Porębskiej-Miąc i H. Sroki, AE Katowice; Katowice 2006.
14. Rutkowski K., „Między młotem technologicznych wyzwań e-biznesu a kowadłem możliwości jego logistycznej obsługi"; [w:] Logistyka on-line, praca zbiorowa pod red. K. Rutkowskiego, PWE; Warszawa 2002.
15. Tiwan A., „Przewodnik po zarządzaniu wiedzą. E-biznes i zastosowania CRM"; Placet; Warszawa 2003.
16. Witkowski J., „Zarządzanie łańcuchem dostaw"; PWE; Warszawa 2003.

CZĘŚĆ 3
REALIZACJA SYSTEMÓW ZARZĄDZANIA WIEDZĄ

ROZDZIAŁ XVI

PROCES ZARZĄDZANIA PORTFELEM INWESTYCYJNYM Z WYKORZYSTANIEM MODELU SHARPE'A

Agnieszka ULFIK

Model Sharpe'a

Model jednowskaźnikowy Sharpe'a (ang. *single – index model*) powstał w 1963 roku jako model upraszczający model Markowitza. Model ten opiera się na założeniu, że kształtowanie się stóp zwrotu akcji zależy od czynnika odzwierciedlającego zmiany na rynku kapitałowym.

Za czynnik odzwierciedlający ogólne tendencje na rynku twórca modelu uważa ogólną tendencję występującą na rynku, przychód narodowy brutto, indeksy giełdowe oraz dowolny inny czynnik mający wpływ na analizowane papiery wartościowe[1]. W praktyce najczęściej używa się w tym celu indeksu giełdowego. Uważa się iż indeks giełdowy może być stosowany jako substytut portfela rynkowego. Na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie głównym indeksem jest WIG i właśnie tego indeksu używają najczęściej inwestorzy podczas stosowania modelu Sharpe'a.

Zależność stopy zwrotu z akcji od stopy zwrotu indeksu giełdowego opisuje się za pomocą równania określającego linię charakterystyczną papieru wartościowego (ang. *security characteristic line – SCL*)[2]. Równanie to opisuje się następującym wzorem:

$$R_i = \alpha_i + \beta_i R_M + e_i$$

gdzie:
R_i – stopa zwrotu i-tej akcji,
R_M – stopa zwrotu indeksu rynkowego,
α_i, β_i – współczynniki równania,
e_i – składnik losowy równania dla i-tej akcji.

Powyższe równanie jest równaniem regresji liniowej, w którym stopa zwrotu i-tej akcji R_i jest zmienną objaśnianą, a zmienną objaśniającą jest stopa zwrotu indeksu rynkowego R_M. Składnik losowy równania e_i (nazywany również składnikiem resztowym) ma za zadanie uwzględnienie wpływu czynników innych niż indeks giełdowy, oddziaływujących na daną i-tą akcję. Sumaryczną wielkość wpływu czynników poza indeksowych możemy oszacować poprzez obliczenie odchylenia standardowego składnika losowego w procesie estymacji powyższego

---

[1] Sharpe William F., A Simplified Model For Portfolio Analysis, Management Science, 1963, Vol. 9 Issue 2

[2] Nowakowski J., Niedziółka P., Mieloszyk J., Portfel inwestycyjny banku. Konstrukcja i zarządzanie portfelem papierów wartościowych, Difin, Warszawa, 2003

równania. W tym celu możemy skorzystać z klasycznej metody najmniejszych kwadratów[3], wykorzystując historyczne dane statystyczne dotyczące kształtowania się stopy zwrotu *i*-tej akcji oraz stopy zwrotu indeksu giełdowego. W powyżej wspomnianym procesie estymacji otrzymamy oszacowania parametrów α_i i β_i, a także wariancję portfela rynkowego (indeksu giełdowego) S_M^2 oraz wariancję składnika losowego Se_i^2, zgodnie z poniższymi wzorami:

$$\beta_i = \frac{\sum_{i=1}^{n}\left(R_{it} - \overline{R}_i\right)\cdot\left(R_{Mt} - \overline{R}_M\right)}{\sum_{i=1}^{n}\left(R_{Mt} - \overline{R}_M\right)^2}$$

$$\alpha_i = \overline{R}_i - \beta_i \overline{R}_M$$

$$S_M^2 = \frac{\sum_{t=1}^{n}\left(R_{Mt} - \overline{R}_M\right)^2}{n-1}$$

$$Se^2 = \frac{\sum_{t=1}^{n}\left(R_{it} - \alpha_i - \beta_i \cdot \overline{R}_{Mt}\right)^2}{n-1}$$

Współczynnik β_i jest tangensem kąta nachylenia linii charakterystycznej papieru wartościowego i określa charakter (w sensie znaku) oraz siłę zależności (w sensie wartości bezwzględnej) oczekiwanej stopy zwrotu z papieru wartościowego od stopy zwrotu indeksu rynkowego. Współczynnik ten zwany jest współczynnikiem agresywności akcji beta. Gdy wartość bezwzględna β_i zawiera się w przedziale (0,1) mówi się akcji defensywnej, gdy zaś moduł wykracza poza wartość 1, mówimy o akcji agresywnej. Biorąc pod uwagę wielkość współczynnika beta, możemy wyróżnić kilka charakterystycznych przypadków:

- $\beta_i < 0$ oznacza, iż stopa zwrotu z danej akcji zachowuje się przeciwnie do stopy zwrotu z indeksu giełdowego czyli wzrostowi stopy zwrotu z indeksu towarzyszy spadek stopy zwrotu z danej akcji i odwrotnie,
- $\beta_i = 0$ występuje w przypadku akcji nie reagujących na zmiany na rynku; takie papiery wartościowe są pozbawione ryzyka rynkowego i często parametr beta równy zero występuje dla lokat bankowych lub obligacji rządowych,
- $0 < \beta_i < 1$ oznacza walor defensywny reagujący na zmiany na giełdzie wolniej niż cały rynek,
- $\beta_i = 1$ oznacza, iż stopa zwrotu z i-tej akcji zachowuje się dokładnie tak samo jak cały rynek, czyli jej stopa zwrotu zachowuje się tak samo jak stopa zwrotu z indeksu giełdowego,

[3] Dębisk W., Rynek finansowy i jego mechanizmy. Podstawy teorii i praktyki, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2005

- $\beta_i > 1$ oznacza, iż walor jest agresywny reagujący na zmiany szybciej niż stopa zwrotu z indeksu giełdowego czyli wzrostowi stopy zwrotu indeksu towarzyszy szybszy wzrost stopy zwrotu danego papieru wartościowego, a spadkowej tendencji na rynku towarzyszy jeszcze szybszy spadek stopy zwrotu danego papieru wartościowego.

Współczynnik α_i jest punktem przecięcia linii charakterystycznej papieru wartościowego z osią zawierającą wartości stopy zwrotu z akcji. Biorąc pod uwagę wielkość współczynnika alfa można wyróżnić następujące przypadki:

- $\alpha_i < 0$ występuje dla papierów wartościowych niekorzystnych dla inwestora; oznacza że w zachowaniu się stopy zwrotu i-tej akcji występuje składnik stale obniżający jej wartość; taki papier wartościowy jest warty uwagi inwestora tylko w przypadku silnej tendencji zwyżkowej na giełdzie oraz wartości współczynnika beta powyżej 1,
- $\alpha_i = 0$ oznacza wartość obojętną niemającą wpływu na kształtowanie się wielkości stopy zwrotu z akcji,
- $\alpha_i > 0$ oznacza wartość korzystną dla inwestora i podnosi wartość inwestycji; w przypadku współczynnika beta równego zero oznacza stałą wartości niezależnie od wartości stopy zwrotu z indeksu giełdowego, a w przypadku współczynnika beta równego jeden oznacza inwestycję o wzorcowym zachowaniu, czyli takiej której stopa zwrotu rośnie szybciej niż stopa zwrotu z indeksu giełdowego a spada wolniej od niego.

Model jednowskaźnikowy Sharpe'a zakłada iż zmiany wysokości stopy zwrotu z danej akcji są wywoływane przez dwa rodzaje czynników. Pierwszą grupę stanowią zdarzenia o charakterze makroekonomicznym (ang. *macro – events*). Do grupy tej zaliczyć należy wszystkie czynniki oddziaływujące ma całą gospodarkę. Wśród nich wymienić można między innymi zmiany stopy inflacji, zmiany stopy redyskontowej banku centralnego czy zmiany stopy oprocentowania kredytu refinansowego. Wszystkie te zdarzenia wywierają większy lub mniejszy wpływ na wszystkie przedsiębiorstwa, a co za tym idzie mają wpływ na poziom cen akcji, a także na stopę zwrotu z portfela rynkowego. Wszystkie makroekonomiczne czynniki zawierają się we współczynnikach α_i i β_i równania. Druga grupa czynników to wydarzenia o charakterze mikroekonomicznym (ang. *micro – events*). Zdarzenia te wywierają wpływ na jedno rozpatrywane przedsiębiorstwo. W grupie tej wymienić można między innymi następujące wydarzenia: opracowanie przez dane przedsiębiorstwo nowej przełomowej technologii, zużycie dotychczasowej techniki wytwarzania, pożar, strajk czy zmiany personalne na kluczowych stanowiskach. Czynniki mikroekonomiczne powodują, iż w danym okresie stopy zwrotu z danej akcji mogą się różnić od ich wartości oczekiwanej. Numerycznie wszystkie te czynniki wyrażają się występowaniem składnika losowego (resztowego) równania. Model jednowskaźnikowy zakłada że na przedsiębiorstwa nie oddziaływają żadne inne czynniki. Model ten nie uwzględnia zatem wydarzeń mających wpływ na przedsiębiorstwa należące do danej branży (ang. *industry events*). Wydarzenia takie wywierają wpływ na przedsiębiorstwa należące do danej gałęzi przemysłu ale jednocześnie nie są na tyle istotne aby cała gospodarka je odczuła. Nie jest

wykluczone iż wydarzenia o takim charakterze nie zawierają się również w składniku losowym (resztowym) równania, lecz model jednowskaźnikowy zakłada że przyczyną występowania tego składnika są wydarzenia o charakterze mikroekonomicznym. Rozważania te prowadzą do stwierdzenia, iż jeśli składnik losowy (resztowy) równania zawiera w sobie informację tylko o wydarzeniach mikroekonomicznych, wówczas składniki te dla poszczególnych spółek giełdowych nie są ze sobą skorelowane.[4]

Poniższe tabele zawierają wyniki obliczeń współczynników β i α posortowanych względem wielkości tych współczynników na poszczególne podgrupy. Obliczenia wykonano w autorskiej aplikacji napisanej w środowisku Builder C++ firmy Borland. Obliczenia dokonano na podstawie historycznych notowań wszystkich spółek giełdowych notowanych na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie od 1 maja 2005 roku do 1 maja 2006 roku. Jako portfel rynkowy zastosowano indeks giełdowy WIG. W rozpatrywanym przedziale czasowym nie wystąpiły spółki dla których współczynnik beta byłby większy od 1.

Tablica 1. Przykładowe spółki giełdowe dla których współczynnik β jest mniejszy od zera.

Nazwa	Skrót	β	α
FASING	FSG	-0,49187	0,496905
ZEG	ZEG	-0,49416	0,503248
MASTERS	MST	-0,53987	0,554115
TUP	TUP	-0,82442	0,833718
BEST	BST	-1,03912	1,051231
BUDOPOL	BDL	-1,24316	1,262053

Źródło: obliczenia własne

Tablica 2. Przykładowe spółki giełdowe dla których współczynnik β jest bliski zeru.

Nazwa	Skrót	β	α
TORFARM	TFM	0,001702	0,002077
WILBO	WLB	0,001103	0,003645
ENERGOMONTAŻ PN.	EPN	-0,00023	0,004135
BORYSZEW	BRS	-0,00133	0,005226
FARMACOL	FCL	-0,00581	0,010160

Źródło: obliczenia własne

[4] Haugen R., Teoria nowoczesnego inwestowania: obszerny podręcznik analizy portfelowej, WIG-Press, Warszawa, 1996

Tablica 3. Przykładowe spółki giełdowe dla których współczynnik β zawiera się w przedziale (0,1)

Nazwa	Skrót	β	α
WÓLCZANKA	WLC	0,074504	-0,06927
TALEX	TLX	0,068103	-0,06424
ZTSERG	ERG	0,066808	-0,06175
BARLINEK	BRK	0,060832	-0,05512
ZETKAMA	ZKA	0,058529	-0,05308
MIESZKO	MSO	0,054768	-0,05194
MOSTOSTAL ZABRZE	MSZ	0,054695	-0,04591

Źródło: obliczenia własne

Tablica 4. Przykładowe spółki giełdowe dla których współczynnik β jest bliski jedynce.

Nazwa	Skrót	β	α
LDA INWEST	LDS	0,912872	-0,90433
MOL	MOL	0,841814	-0,83828
PKN ORLEN	PKN	0,770203	-0,76655
TP SA	TPS	0,763295	-0,76015

Źródło: obliczenia własne

Tablica 5. Przykładowe spółki giełdowe dla których współczynnik α jest mniejszy od zera.

Nazwa	Skrót	β	α
LDA INWEST	LDS	0,912872	-0,90433
MOL	MOL	0,841814	-0,83828
PKN ORLEN	PKN	0,770203	-0,76655
TP SA	TPS	0,763295	-0,76015

Źródło: obliczenia własne

Tablica 6. Przykładowe spółki giełdowe dla których współczynnik α jest bliski zeru.

Nazwa	Skrót	β	α
TELL	TEL	0,015687	-0,00921
STRZELEC	STC	0,013502	-0,00756
TORFARM	TFM	0,001702	0,002077
WILBO	WLB	0,001103	0,003645
ENERGOMONTAŻ PN	EPN	-0,00023	0,004135
BORYSZEW	BRS	-0,00133	0,005226

Źródło: obliczenia własne

Tablica 7. Przykładowe spółki giełdowe dla których współczynnik α jest większy od zera.

Nazwa	Skrót	β	α
TUP	TUP	-0,82442	0,833718
BEST	BST	-1,03912	1,051231
BUDOPOL	BDL	-1,24316	1,262053

Źródło: obliczenia własne

Oba współczynniki dają możliwość łatwej selekcji spółek wchodzących w skład portfela inwestycyjnego. Model Sharpe'a ma jeszcze jedną ważną zaletę. Pozwala on na oszacowanie całkowitego ryzyka dla danej akcji. Poniższy wzór przedstawia wariancję dla i-tej akcji[1]:

$$S_i^2 = \beta_i^2 \cdot S_M^2 + Se^2$$

Na ryzyko całkowite składa się ryzyko dywersyfikowalne (specyficzne, nierynkowe) oraz ryzyko niedywersyfikowalne (rynkowe). Pierwsze teoretycznie może być sprowadzone do zera. Można je wyrazić jako $\sqrt{\beta_i^2 \cdot S_M^2}$. Drugi typ ryzyka wynika ze zmian parametrów rynku i można je wyrazić jako $\sqrt{S_e^2}$. Udział ryzyka rynku w ryzyku razem to: $\frac{\beta_i^2 \cdot S_M^2}{\beta_i^2 \cdot S_M^2 + S_e^2}$. Ryzyko dla danej akcji mierzone według modelu Sharpe'a nie jest tożsame z ryzykiem wyznaczanym według klasycznego modelu Markowitza, czyli mierzonego odchyleniem standardowym. Ryzyko w modelu Sharpe'a jest większe niż w modelu Markowitza[2].

Znając wyżej wymienione wartości, możemy również w prosty sposób wyznaczyć przybliżone wartości współczynników korelacji między akcjami, zgodnie z poniższą formułą:

$$r_{ij} = \frac{\beta_i \cdot \beta_j \cdot S_M^2}{S_i \cdot S_j}$$

gdzie

r_{ij} – współczynnik korelacji pomiędzy akcjami *i*-tą i *j*-tą

S_i, S_j – odchylenie standardowe stopy zwrotu *i*-tej i *j*-tej akcji

Znając współczynnik korelacji pomiędzy stopami zwrotu z danej akcji i portfelem rynkowym (np. rozumianym jako indeks giełdowy) oraz odchylenia standardowe stóp zwrotu *i*-tej akcji S_i i portfela rynkowego S_M, możemy wyznaczyć współczynnik β_i według następującej relacji:

$$\beta_i = r_{iM} \cdot \frac{S_i}{S_M}$$

[1] ryzyko będzie rozumiane jako odchylenie standardowe czyli pierwiastek z wariancji

[2] Tarczyński W., Fundamentalny portfel papierów wartościowych, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa, 2002

W przypadku portfela współczynniki alfa i beta wyznaczane są jako średnie ważone współczynników walorów wchodzących w skład portfela, przy czym wagami są udziały poszczególnych walorów w portfelu.

Z powyższych rozważań wynika iż model Sharpe'a jest stosunkowo prosty w swojej konstrukcji i umożliwia on w dość łatwe a jednocześnie precyzyjne wyselekcjonowanie papierów wartościowych o interesujących dla inwestora właściwościach. Cecha ta sprawia że model Sharpe'a jest znacznie szerzej stosowany w praktyce przez inwestorów giełdowych w porównaniu z klasycznym modelem Markowitza.

Literatura

1. Dębisk W., Rynek finansowy i jego mechanizmy. Podstawy teorii i praktyki, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2005
2. Grabara J., Dolata M., Dymowa L., Rozmyta optymalizacja działalności dystrybutora, w: Systemy informatyczne. Zastosowania i wdrożenia, tom III, część 2, Redakcja Grabara J. i Nowak J., Wydawnicwo Naukowo–Techniczne, Warszawa–Szczyrk 2003
3. Grabara J., Rozdział II. System wspomagania decyzji (DSS) w modelowaniu łańcuchów logistycznych i transportowych, w: Informatyczne wspomaganie procesów logistycznych, Redakcja Grabara J., Wydawnicwo Naukowo–Techniczne, Warszawa 2004
4. Grabara J., Systemy informatyczne wspomagania optymalnej dystrybucji oparte na podejściu dynamicznym, w: Efektywność zastosowań systemów informatycznych 2002, tom 1, Redakcja Grabara J., Nowak J., Warszawa–Szczyrk, 2002
5. Haugen R., Teoria nowoczesnego inwestowania: obszerny podręcznik analizy portfelowej, WIG-Press, Warszawa 1996
6. Nowakowski J., Niedziółka P., Mieloszyk J., Portfel inwestycyjny banku. Konstrukcja i zarządzanie portfelem papierów wartościowych, Difin, Warszawa 2003
7. Sharpe William F., A Simplified Model For Portfolio Analysis, Management Science, 1963, Vol. 9 Issue 2
8. Tarczyński W., Fundamentalny portfel papierów wartościowych, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa, 2002
9. Wierzbicki M., Analiza portfelowa, Motte, Łódź 1995

ROZDZIAŁ XVII

ZARZĄDZANIE WIEDZĄ W PROCESACH MIĘDZYNARODOWYCH FUZJI I PRZEJĘĆ

Katarzyna SZCZEPKOWSKA

1. Wstęp

Międzynarodowe fuzje i przejęcia umożliwiają przedsiębiorstwom ekspansję, która jest powszechnym elementem strategii rozwoju firm. Istnieje wiele powodów, dla których firmy dążą do rozwinięcia swojej działalności za granicą. Należą do nich między innymi: uzyskanie nowych rynków zbytu, lepszy dostęp do rynku surowców, możliwości wzrostu wydajności, dostęp do zaawansowanej technologii czy know-how. Obecnie uważa się, że przedsiębiorstwo może przetrwać jedynie w przypadku, gdy będzie dążyć do umiędzynarodowienia swojej działalności.

Międzynarodowe fuzje i przejęcia oznaczają łączenie się dwóch zasadniczo odmiennych systemów organizacyjnych, o zróżnicowanej kulturze i systemie wartości, wywodzących się z różnych krajów. Powinny być traktowane jako świadome działania przedsiębiorstw o charakterze inwestycyjnym, zmierzające do realizacji celów inwestycyjnych.

W latach dziewięćdziesiątych, w porównaniu do fali fuzji i przejęć z lat osiemdziesiątych, zmalało znaczenie międzynarodowych przejęć w górnictwie, kopalnictwie i produkcji. Wzrosła natomiast liczba przejęć w sektorach nasyconych wiedzą, takich jak: sektor komputerowy, elektroniczny, finansowy, telekomunikacyjny czy farmaceutyczny. Wiąże się to ze wzrostem znaczenia wartości niematerialnych (kompetencje technologiczne, poziom innowacyjności, zarządzanie, itp.) w transakcjach. Takie transakcje zwykle zorientowane są na pozyskanie wiedzy i umiejętności.

Udział międzynarodowych fuzji i przejęć w inwestycjach bezpośrednich wykazuje tendencję wzrostową. Z punktu widzenia inwestora ta forma ekspansji może być bardziej interesująca od tworzenia zakładu od podstaw m.in. ze względu na dostęp do strategicznych aktywów, takich jak: know-how, patenty, sieć dystrybucji. Jest on bardzo ważny i trudny do osiągnięcia, a jego zdobycie wymaga czasu.

Wybór rodzaju bezpośredniej inwestycji zagranicznej (przejęcia versus greenfield), jak wykazali w swych badaniach Barkema i Vermeulen[1], skorelowany jest ze stopniem dywersyfikacji geograficznej i produktowej danej firmy.

---

[1] Barkema H.G., Vermeulen F., *International expansion through start up or acquisition: a learning perspective*, Academy of Management Journal 41(1), 1998.

Dywersyfikacja odzwierciedla różne potrzeby różnych klientów, różną konkurencję, dostawców, partnerów. Pozwala firmie zdobywać doświadczenie i umacniać technologiczne możliwości. Przedsiębiorstwa cechujące się silną dywersyfikacją będą raczej skłonne tworzyć zakład od podstaw niż nabywać inną firmę. Wynika to z następujących czynników:

- potencjalna firma-cel ma stosunkowo niewiele do zaoferowania w zakresie technologii,
- jeżeli firma nabywająca posiada nadrzędną technologię, trudne lub niemożliwe może okazać się przyswojenie jej poprzez przejmowaną firmę ze względu na różną kulturę, wartości i wiedzę.

Samo przejęcie nowej technologii zwykle nie jest wystarczające. Oprócz tego nabyta firma musi nauczyć się nowych reguł, procedur i zachowań, co może okazać się trudne, jeżeli nie odpowiadają one jej własnej kulturze i wartościom. Tworzenie zakładu od podstaw pozwala natomiast inwestorowi zatrudnić i wyszkolić nowy personel, co ułatwia wdrożenie specyficznych wartości.

Barkema i Vermeulen zauważyli, doświadczenie i wiedza wzrastają z ekspansją firmy, aż do momentu, gdy napotkane są bariery natury organizacyjnej związane z dostępem do informacji. Uczenie się organizacji zależy od dostępu do informacji, co w przypadku firm międzynarodowych oznacza powiązania pomiędzy jej różnymi oddziałami. Jeżeli firma zaadoptuje zdecentralizowaną strukturę organizacyjną z relatywnie autonomicznymi oddziałami ograniczy to jej możliwości uczenia się i zdobywania doświadczenia.

2. Cele międzynarodowych fuzji i przejęć a znaczenie przepływu wiedzy

Główny cel międzynarodowych fuzji i przejęć, jak każdej innej inwestycji strategicznej, powinien polegać na kreowaniu wartości dla właścicieli przedsiębiorstwa. Może on być rozpatrywany jako wartość dodana, którą przedsiębiorstwo może uzyskać w wyniku danej inwestycji. Przewaga konkurencyjna może być uzyskana, gdy istnieje niedopasowanie zasobów (np.: zdolności marketingowych, sieci dystrybucyjnej, potencjału działu badań i rozwoju oraz potencjału operacyjnego), umiejętności oraz szans dostępnych dla obu łączących się firm. Istnieją następujące metody tworzenia wartości w transakcjach fuzji i przejęć[2]:

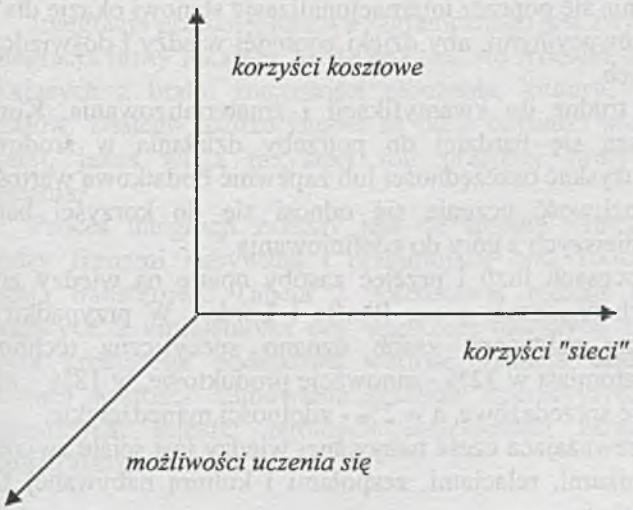
- metoda dawcy-biorcy – gdy ma miejsce transfer zasobów i / lub umiejętności od firmy przejmującej do przejmowanej, a wartość jest tworzona, kiedy ten transfer poprawia strategiczną i finansową pozycję firmy przejętej;
- metoda partycypacyjna – polegająca na zsumowaniu zasobów i umiejętności łączących się firm, co zapewnia efektywniejsze wykorzystanie zasobów i kumulację umiejętności;

[2] Sudarsanam S., *Fuzje i przejęcia*, WIG Press, Warszawa 1998, s. 37-38.

- metoda porozumiewawcza – opierająca się na sumowaniu aktywów o znaczeniu strategicznym (zapewniającymi firmie przewagę strategiczną), co generuje dodatkową wartość.

Wymiar międzynarodowy transakcji może być dodatkowym źródłem korzyści. Mogą wynikać one z międzynarodowej konfiguracji działalności, która oznacza lokalizację różnych elementów łańcucha wartości na różnych rynkach. W celu osiągnięcia korzyści, istotne jest rozmieszczenie poszczególnych rodzajów działalności (elementów łańcucha wartości) w tych krajach, w których przynoszą one najwyższą wartość dodaną i zapewniają jej maksymalny przyrost[3]. Przykładowo prace rozwojowo-badawcze mogą być lokowane w USA, blisko silnych środowisk naukowych, a produkcja - w krajach rozwijających się, jak: Korea czy Chiny.

Transfer wiedzy w procesach fuzji i przejęć może być zatem rozpatrywany jako istotny element sprzyjający realizacji nadrzędnego celu tych transakcji, jakim jest generowanie wartości dla akcjonariuszy. Na znaczenie transferu umiejętności, uwagę zwrócili m.in.: Verdin i Van Heck[4]. Autorzy ci skupili się na celach podejmowania inwestycji zagranicznych. Zaproponowany przez nich podział opiera się na wyszczególnieniu możliwych do osiągnięcia korzyści w wyniku internacjonalizacji oraz przedstawienia ich w trzech płaszczyznach (rysunek 1).



Rys.1. Korzyści wynikające z internacjonalizacji

[3] Koźmiński A.K., *Zarządzanie międzynarodowe*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 1999, s. 67.

[4] Verdin P., Van Heck N., *From local champions to global masters. A strategic perspective on managing internationalisation*, Palgrave, New York 2001.

Wyróżnione płaszczyzny to:

- korzyści kosztowe;
- korzyści wynikające z utworzonych powiązań (network benefits);
- możliwości uczenia się.

Uzyskanie tych korzyści może stanowić cel podejmowania inwestycji zagranicznych. Korzyści kosztowe wynikać mogą z: korzyści skali, lepszego wykorzystania wydajności, lepszego dostępu do zasobów, obniżenia kosztów uczenia się, zastosowania istniejących koncepcji i formuł na rynkach zagranicznych. Korzyści sieci obejmują czynniki stanowiące pożytek dla klientów wynikający z posiadania międzynarodowego dostawcy. Prezentują wartość dla klientów, wynikającą z dostępu do globalnej oferty.

Osiągnięcie korzyści kosztowych „popycha" firmy w kierunku internacjonalizacji, natomiast osiągnięcie korzyści sieci „pociąga" je do inwestowania za granicą. Korzyści sieci znajdują się bardziej po stronie dochodu.

Korzyści wynikające z możliwości uczenia się opierają się na sile różnorodności. Firma operując w wielu różnych krajach, zdobywa wiedzę i doświadczenie pozwalające jej stać się bardziej konkurencyjną. Kontakty z międzynarodowymi firmami i klientami, działalność w różnych środowiskach kulturalnych, politycznych i gospodarczych zmuszają firmę do zarządzania różnorodnością. W efekcie przedsiębiorstwo uczy się jak ulepszyć, poprawić, a nawet zmienić swoją koncepcję biznesu.

Możliwość uczenia się poprzez internacjonalizację stanowi okazję dla firm, aby stać się bardziej innowacyjnymi, aby dzięki zdobytej wiedzy i doświadczeniu pokonać rywali rynkowych.

Korzyści te są trudne do kwantyfikacji i zmaterializowania. Korzyści kosztowe i sieci odnoszą się bardziej do potrzeby działania w środowisku międzynarodowym, aby uzyskać oszczędności lub zapewnić dodatkową wartość dla klientów. Natomiast możliwość uczenia się odnosi się do korzyści bardziej długoterminowych i trudniejszych z góry do zdefiniowania.

Nabywane z procesach fuzji i przejęć zasoby oparte na wiedzy zostały uszeregowane według ich znaczenia przez Ranfta i Lorda[5]. W przypadku 35% przejęć za njaważniejszy nabywany zasób uznano specyficzną technologię związaną z produktem Natomiast w 32% - innowacje produktowe, w 18% - wiedzę o rynku, klientach i relacje sprzedażowe, a w 2% - zdolności manedżerskie.

Istotne jest to, że przeważajaca cześć nabywanej wiedzy jest ściśle związana z poszczególnymi pracownikami, relacjami, zespołami i kulturą nabywanej firmy. Przedstawia to poniższa tabela.

[5] Ranft A.L., Lord M.D., Acquiring new knowledge: the role of retaining human capital in acquisitions of high-tech firms, Journal of High Technology Management Research, 11, 2000.

Tabela 1: Umiejscowienie krytycznej wiedzy w przedsiębiorstwach

Umiejscowienie krytycznej wiedzy w przedsiębiorstwach	
Techniczne umiejętności pracowników	40%
Relacje pracowników (zawodowe i towarzyskie)	16%
Misja i wartości organizacyjne	16%
Systemy zarządcze	8%
Fizyczne systemy	18%

Źródło: Ranft A.L., Lord M.D., Acquiring new knowledge: the role of retaining human capital in acquisitions of high-tech firms, Journal of High Technology Management Research, 11, 2000.

3. Proces integracji a zarządzanie przepływem wiedzy

Odpowiednio przeprowadzony proces integracji jest jednym z czynników mających wpływ na transfer wiedzy, a co za tym idzie sukces lub porażkę przejęcia. Brak strategii integracyjnej oraz zbyt wolne lub nieostrożne posunięcia integracyjne utrudniają realizację nawet najlepiej zaplanowanego przejęcia i w efekcie mogą nie prowadzić do generowania wartości. Relacje z różnymi grupami stakeholders, jak: dostawcy, klienci, pracownicy mogą ulec zakłóceniom, które mogą spowodować utratę wartości przez oba przedsiębiorstwa.

Integracja przedsiębiorstwa zagranicznego jest zwykle znacznie trudniejsza niż integracja firmy lokalnej. Może ona stać się źródłem dodatkowych problemów wynikających z braku znajomości otoczenia, kultury, wzorców zachowania i zwyczajów. Dlatego bardzo istotne są takie czynniki jak: przemyślany program integracji, jasna wizja przyszłej roli przejętej firmy oraz umiejętność jej przekazania.

Proces integracji zależny jest od stopnia strategicznej współzależności pomiędzy firmami nabywaną i przejmującą oraz rodzaju umiejętności, które podlegają transferowi. Tabela 2 przedstawia rodzaje korzyści strategicznych wynikających z umiejętności czy wielkości łączących się spółek w przypadku przejęcia kreującego dodatkową wartość. Istnieją cztery podstawowe źródła dodatkowej wartości: sumowanie zasobów operacyjnych, transfer umiejętności funkcjonalnych, transfer ogólnych umiejętności zarządzania oraz wielkość połączonej firmy.

Tabela 2: Rodzaje korzyści strategicznych wynikających z umiejętności / wielkości łączących się spółek w przypadku transakcji przejęcia kreującej dodatkową wartość

Rodzaj umiejętności / korzyści	Określone, podlegające transferowi umiejętności / korzyści
Dzielenie się zasobami operacyjnymi	Służby sprzedaży, urządzenia produkcyjne, znaki handlowe, nazwy handlowe, kanały dystrybucji, przestrzeń biurowa, itd.
Umiejętności funkcjonalne	Projektowanie, rozwój produktów, techniki produkcyjne, zarządzanie materiałowe, kontrola jakości, pakowanie, marketing, promocja, szkolenia i działania organizacyjne.
Zarządzanie ogólne	Kierunek strategiczny, przywództwo, wizja, alokacja zasobów, planowanie i kontrola finansowa, zarządzanie zasobami ludzkimi, stosunki z dostawcami, podejście zarządu do motywowania pracowników.
Korzyści związane z wielkością	Siła rynkowa, siła nabywcza, dostęp do zasobów finansowych, dywersyfikacja ryzyka, redukcja kosztu kapitału.

Źródło: Sudarsanam S., *Fuzje i przejęcia*, WIG Press, Warszawa 1998, s. 51.

Transfer umiejętności oraz kreowanie wartości zależą w dużym stopniu od zakresu integracji łączących się podmiotów. Ze względu na współzależność strategiczną a potrzebą zachowania autonomii można wyróżnić następujące rodzaje procesów integracyjnych[6]:

- zarządzania portfelowego,
- utrzymania dotychczasowego stanu,
- symbiozy,
- absorpcji.

Utrzymanie dotychczasowego stanu wynika z niskiej potrzeby strategicznej współzależności i wysokiej potrzeby niezależności organizacyjnej. W przeciwieństwie absorpcja oznacza pełną konsolidację na poziomie organizacyjnym, operacyjnym i kulturowym obu firm. W przypadku symbiozy firmy początkowo koegzystują ze sobą, ale stopniowo się uzależniają od siebie. Wymaga to jednoczesnego zachowania odrębności i współpracy pomiędzy firmami. Zarządzanie portfelowe oznacza natomiast niskie potrzeby strategicznej współzależności i niezależności organizacyjnej.

Problemy integracyjne mogą być spowodowane:

- determinizmem;

[6] Haspeslagh P., Jemison D., *Managing acquisitions*, Free Press, 1991.

- obniżeniem wartości;
- brakiem wyraźnego przywództwa[7].

Determinizm jest charakterystyczny dla kierowników, którzy nie traktują integracji jako procesu dostosowawczego i uważają, że wszystkie założenia dotyczące transakcji mogą być wprowadzone w życie bez żadnych zmian. Powoduje to powstanie sztywnych programów integracyjnych oraz obniżenie współpracy ze strony firmy przejmowanej.

Nieodpowiednie podejście do procesów integracyjnych może utrudniać tworzenie atmosfery zaufania i współpracy niezbędnej do kreatywnego współdziałania kierowników firmy przejmowanej i przejmującej oraz transferu umiejętności. Staje się to przyczyną obniżenia wartości.

Integracja wymaga rozważnego podejścia do problemu przywództwa. Brak zaangażowania kierownictwa najwyższego szczebla może prowadzić do kłótni i konfliktów.

Fuzje i przejęcia często są dla firm wydarzeniem, które wytwarza wiele niepokoju i stresu i może wiązać się z utratą pracy przez pewną grupę pracowników, restrukturyzacją, zmniejszeniem zakresu władzy. W związku z tym wielu menedżerów koncentruje się na przejściu przez ten proces, a nie na ulepszeniu procedur integracyjnych.

Jakkolwiek przedsiębiorstwa aktywne na rynku kontroli, które często uczestniczą w transakcjach przejęcia, wraz z doświadczeniem wytwarzają procedury postępowania w procesie integracyjnym. Przykładem takiej firmy jest GE Capital Services, która poprzez liczne przejęcia wypracowała model integracyjny[8] pozwalający jej na nieustanny wzrost i rozwój. Pierwsza faza procesu opiera się na:

- ocenie kultury przejmowanej firmy,
- identyfikacji barier w procesie integracji,
- wybranie menedżera kierującego integracją,
- ocenie słabych i mocnych stron działalności oraz menedżerów funkcjonalnych,
- opracowanie strategii komunikacyjnej.

W drugiej fazie „Budowanie podstaw" ma miejsce:

- oficjalne przedstawienie menedżera kierującego integracją,
- zorientowanie nowych menedżerów na rytm działania firmy przejmującej,
- wspólne sformułowanie planu integracyjnego,
- jawne zaangażowanie kierownictwa najwyższego szczebla,
- zapewnienie odpowiednich zasobów.

Trzecia faza „Sprawna integracja" zakłada:

---

[7] Idem.

[8] Ashkenas R.N., DeMonaco L.J., Francis S.C., *Making the deal Real: How GE Capial integrates acquisitions*, Harvard Business Review, January-February 1998.

- użycie "process mapping" do przyspieszenia integracji,
- zaangażowanie audytorów do kontroli procesu,
- wykorzystanie uwag i komentarzy do korekty planu integracji,
- rozpoczęcie wymiany kierownictwa.

Faza czwarta „Asymilacja" opiera się na:

- ciągłym wypracowywaniu wspólnych „narzędzi", praktyk i „języka",
- kontynuacji wymiany kierownictwa,
- wykorzystanie własnych ośrodków edukacji,
- zaangażowanie audytorów do kontroli integracji.

Ważnym doświadczeniem GE Capital Services było rozpoznanie integracji jako procesu rozpoczynającego się już w czasie due diligence. Rozpoczęcie integracji dopiero po zawarciu transakcji było przyczyną niskiej efektywności i wysokich kosztów.

Ponadto istotnym czynnikiem było uznanie roli menedżera kierującego integracją jako oddzielnej pełnoetatowej funkcji. Integracja jest procesem, którym ktoś musi zarządzać. Menedżer kierujący integracją powinien pomóc firmie nabytej i przejmującej zrozumieć wzajemną kulturę i sposób działania, opracować plan integracyjny i być odpowiedzialny za jego wypełnianie.

Doświadczenie GE Capital Services wskazuje, że istotne jest również szybkie podjęcie decyzji po zamknięciu transakcji odnośnie struktury kierowniczej, kluczowych ról oraz innych aspektów dotyczących karier oraz jej ogłoszenie. W przeciwnym przypadku niepewność jest źródłem emocji i niepokoju, a to może doprowadzić w dłuższym okresie czasu do utraty wartości firmy.

Ważnym czynnikiem jest także zwrócenie uwagi na „miękkie" aspekty integracji, takie jak różnice kulturowe. Według GE Capital Services pracownicy z dwóch firm powinni jak najszybciej zacząć pracować razem nad rozwiązywaniem problemów. Połączenie dwóch kultur w procesie ułatwi integrację i podniesie jej efektywność.

4. Zakończenie

Literatura dotycząca zarządzania wiedzą podkreśla potencjał fuzji i przejęć jako środka zapewniającego dostęp do nowej wiedzy. Natomiast literatura dotycząca transakcji połączeń przedsiębiorstw wskazuje na znaczenie przepływu wiedzy w kreowaniu wartości dla akcjonariuszy. Transfer wiedzy jest istotnym elementem sprzyjającym realizacji tego nadrzędnego celu fuzji i przejęć.

Wiedza jest zasobem trudnym do zarządzania. W obliczu różnic kulturowych i biznesowych towarzyszących transakcjom międzynarodowych połączeń przedsiębiorstw, wzrasta stopień trudności zarządzania wiedzą. Istotne wydaje się stworzenie odpowiednich warunków, które będą wspierały transfer wiedzy. Powinny one eliminować bariery w przepływie informacji, zapewniać odpowiednią komunikację i interakcje pomiędzy pracownikami łączących się firm.

Literatura:

1. Barkema H.G., Vermeulen F., International expansion through start up or acquisition: a learning perspective, Academy of Management Journal 41(1), 1998.
2. Evenett S.J., The cross border mergers and acquisitions wave of the late 1990s, NBER Working Paper Series, April 2003.
3. Haspeslagh P., Jemison D., *Managing acquisitions*, Free Press, 1991.
4. Koźmiński A.K., *Zarządzanie międzynarodowe*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 1999.
5. Ranft A.L., Lord M.D., Acquiring new knowledge: the role of retaining human capital in acquisitions of high-tech firms, Journal of High Technology Management Research, 11, 2000.
6. Sudarsanam S., *Fuzje i przejęcia*, WIG Press, Warszawa 1998.
7. Verdin P., Van Heck N., *From local champions to global masters. A strategic perspective on managing internationalisation*, Palgrave, New York 2001.

ROZDZIAŁ XVIII

ZARZĄDZANIE WIEDZĄ NA PRZYKŁADZIE DZIAŁALNOŚCI ORGANIZACJI CHARYTATYWNYCH

Aleksandra NOWAKOWSKA

Jednym z kluczowych dóbr zgromadzonych w każdej organizacji są szeroko pojęte zasoby informacyjne. Możemy je podzielić na dwie kategorie. Pierwsza to zasoby materialne, takie jak dokumentacja, procedury związane ze sprzedażą czy obsługą klienta, procedury firmowe, informacje o rynku i konkurencji, patenty i wyniki prac badawczo-rozwojowych, zawartość baz danych, hurtowni danych, raportów. Drugą kategorią są zasoby niematerialne - umiejętności, doświadczenie, indywidualna wiedza personelu, wiedza na temat przebiegu projektów, współpracy grup projektowych, procesów zachodzących w firmie, nie utrwalone w żadnej formie informacje o firmie, konkurencji, rynku. Wyzwaniem stojącym przed każdą organizacją jest umożliwienie pracownikom zbudowania i ciągłego podnoszenia jakości kapitału zgromadzonej wiedzy oraz skatalogowania i udostępnienia jej tym, dla których jest niezbędna do wykonywania swojej pracy.[1]

W ostatnich latach wartość rynkowa organizacji stała się podstawowym miernikiem oceniania efektywności działalności firmy. Można stwierdzić, że im bardziej dane przedsiębiorstwo korzysta z rozwiązań technologii informacyjnych, tym większy staje się udział wartości generowanej przez aktywa niematerialne w stosunku do całości jego wartości rynkowej. Skoro więc mają one tak duży wpływ na ostateczną ocenę działalności organizacji, oczywista staje się konieczność wprowadzenia zaawansowanych technik zarządzania takimi aktywami. Zarządzanie wiedzą, będące odpowiedzią na tego rodzaju potrzeby, stało się jedną z kluczowych przewag konkurencyjnych. Można zauważyć, że przedsiębiorstwa nie podejmujące kroków zmierzających do rozbudowy posiadanych systemów zarządzania wiedzą będą znacznie ustępować konkurentom zaopatrzonym w takie rozwiązania pod względem szybkości wprowadzania nowych rozwiązań i sprawności organizacyjnej. Podczas wdrażania rozwiązań służących zarządzaniu wiedzą konieczne staje się:

- uwzględnienie strategicznego kierunku dążeń przedsiębiorstwa
- wykształcenie kultury nastawionej na dzielenie się wiedzą i kooperację
- tworzenie niezawodnych procesów dających dostęp do wiedzy
- istnienie właściwego otoczenia technologicznego, umożliwiającego automatyzację procesów
- koncentrowanie się na zmianach w kulturze organizacyjnej.[2]

---

[1] *Błaszczuk A,. Brdulak J.J, Guzik M., Pawluczuk A., Zarządzanie wiedzą w polskich przedsiębiorstwach,*,Wyd. SGH Warszawa 2004, s.84

[2] http://www.gazeta-it.pl/zw/1,17,index.html

Zastosowanie tych założeń przyczynia się do prowadzenia działań w trzech kluczowych wymiarach: w wymiarze integracji procesów zarządzania wiedzą z procesami biznesowymi, w wymiarze kulturowym i w wymiarze technologicznym.

Doświadczenia światowe wskazują, że sukces zarządzania wiedzą zależy od odpowiedniego powiązania działań w tych trzech obszarach. Nieuwzględnienie któregokolwiek z nich może oznaczać niepowodzenie inicjatywy zarządzania wiedzą. Bez zarządzania wiedzą pozycja organizacji w otoczeniu jest zagrożona, w szczególności zaś nie będzie ona tak wysoka, jak mogłoby to wynikać z posiadanych zasobów wiedzy i doświadczenia. Zarządzanie wiedzą jest rozwiązaniem systemowym, które umożliwia radykalny wzrost efektywności wykorzystania posiadanej wiedzy jawnej i ukrytej, sprawiając, że stanie się ona wiedzą wspólną całej organizacji.

Konsekwencjami niepodjęcia usystematyzowanej działalności w obszarze zarządzania wiedzą może być postępujące marnotrawstwo czasu i spadek motywacji do pracy, nieefektywne wykorzystanie zasobów organizacji (w szczególności zasobów wiedzy), rosnące trudności w funkcjonowaniu na pograniczu dwóch przeciwstawnych trendów: lawinowego wzrostu ilości wiedzy i informacji oraz dążeniu do wykorzystywania tylko najważniejszego elementu wiedzy i informacji, utrudniające organizacyjne uczenie się. Dalszy rozwój nie odbywa się poprzez nakłady inwestycyjne, ale przez lepsze wykorzystywanie posiadanych zasobów, szczególnie zasobów wiedzy. Nie ma dalszego rozwoju bez zarządzania wiedzą.

Organizacja inteligentna (ucząca się) – to koncepcja zarządzania opartego na wiedzy, która ma za zadanie poprawę efektywności i sprawnej działalności organizacji. Opiera się na pewnej sumie wiedzy, którą dysponują poszczególni współpracownicy – wiedzy, która jest ciągle wzbogacana i rozwijana, a następnie udostępniana przedsiębiorstwu.[3] Charakteryzując organizację inteligentną można powiedzieć, że jest ona zbudowana na bazie kompetencji, które są wspomagane przez ciekawość, przebaczenie, zaufanie i wspólne działanie[4]. Założenia organizacji opartej na kompetencjach opierają się na jak najbardziej płaskiej strukturze organizacyjnej, kładąc duży nacisk na wczesny trening, tworzenie indywidualnych sposobów rozwiązywania problemów oraz poczucia wartości, zanim osoby zostaną dopuszczone do określonej pracy. Organizacja inteligentna nazywana jest także organizacją samouczącą, uczącą się, jest nową koncepcją opartą na identyfikacji węzłowych kompetencji, niezbędnych do koordynowania nowego przedsiębiorstwa. W organizacji inteligentnej zakłada się priorytetową ważność jej część, która odpowiada za uczenie się pracowników, po to, aby osiągnąć w strukturze organizacji najwyższy poziom wiedzy z zakresu zarządzania

---

[3] Irena K. Hejduk, W drodze do przyszłości, Przedsiębiorstwo przyszłości nowe paradygmaty zarządzania europejskiego, Instytut Organizacji i Zarządzania w przemyśle „ORGMASZ" Warszawa 2003, str.58

[4] Wiesław M. Grudzewski, Irena K. Hejduk, *Kreowanie w przedsiębiorstwie organizacji inteligentnej, Przedsiębiorstwo przyszłości*, Difin, Warszawa 2001, s.75

oraz metod i sposobów kierowania organizacjami[5].

Wiodącą rolę w systemie zarządzania wiedzą i tworzeniu organizacji inteligentnej odgrywają:

- technologie informatyczne (internet, intranet), ekstranet, system pracy grupowej, Lotus, Notes, systemy wspomagania decyzji, czy też indywidualnie rozwijane narzędzia,
- kultura organizacyjna zorientowana na pracowników wykorzystująca pełnię ich inteligencji, wyzwalająca w nich zapał i entuzjazm, a przez to sprzyjająca dzieleniu się wiedzą i tworzeniu tzw. grup projektowych i badawczych,
- systemy zarządzania oraz techniki metody pomiaru efektywności wykorzystania wiedzy i tzw. kapitału intelektualnego.

Podobnie sytuacja wygląda w instytucjach charytatywnych, które są jednostkami intensywnie opartymi na wiedzy. Prawie wszystko co robią, od tworzenia innowacyjnych organizacji typu nonprofit do szacowania grantów i publikowania raportów określających politykę, zależne jest od wykorzystania kapitału ludzkiego i intelektualnego. Wiele organizacji filantropijnych obawiając się że środki wydane na funkcjonowanie to pieniądze zmarnowane, nie posiada żadnych systemów do odpowiedniego zarządzania wiedzą. Organizacje te nie zdają sobie sprawy, że wiedza jest podstawą efektywnej filantropii.

Zmiany organizacyjne, które zachodzą w wielu fundacjach aby usprawnić ich działalność powodują konieczność lepszego zarządzania wiedzą. Niektóre z nich są odpowiedzią na presję ze strony dawców i mediów, które silnie oddziałują na organizacje charytatywne. Obecnie wiele organizacji musi współpracować z mniejszymi środkami finansowymi, co spowodowane jest sytuacją na rynku przez kilka ubiegłych lat, gdzie spadki na rynkach akcji zmniejszyły wartość wielu amerykańskich fundacji o średnio 20 do 30 procent, nieuchronnie prowadząc do zmniejszenia się ilości grantów a także większej ilości cięć personelu. Dlatego też fundacje obecnie muszą realizować te same zadania, co wcześniej, ale przy użyciu zmniejszonych środków. Jeśli będą one stosować odpowiednie podejście, wykorzystując wiedzę będą w stanie ulepszyć długoterminową efektywność w swoich grantach, przy jednoczesnym obniżeniu kosztów administracyjnych możliwe stanie się inwestowanie w bardziej efektywne strategie zmian socjalnych. Reorganizacja fundacji bez rozważenia zarządzania wiedzą może przyczynić się do wystąpienia problemów, jak pokazuje przykład Fundacji Annie E. Casey. Z ponad 2.5 bilionami dolarów aktywów i 150 pracownikami, działająca w Baltimore Fundacja Casey od ponad 50 lat jest liderem w działalności służącej poprawianiu jakości życia i możliwości dla dzieci i ich rodzin z problemami poprzez programy finansowe, prowadzone badania i promowanie reform w systemach usług publicznych. W 1999 roku fundacja zebrała znaczną ilość grantów na włączenie Tworzenia Połączeń, inicjatywy do rozwijania obszernych i zintegrowanych strategii socjalnych w kilku centrach miejskich. Ustanowiła również organ strategiczno-konsultacyjny aby pomagać państwu i rządom lokalnym w lepszym funkcjonowaniu systemów pomocy

[5] Wiesław M. Grudzewski, Irena K. Hejduk, *Kreowanie...* jw. s.77

publicznej skierowanych do dzieci, ich rodzin i społeczeństwa. Transformacja spowodowała, że Casey musiała zatrudnić około 20 nowych pracowników. W dodatku, rola pracowników programu, znanych jako starsi doradcy, zmieniła się: od bycia narodowymi, skupionymi na jednym problemie ekspertami w temacie takim jak zdrowie dzieci lub opieka nad nastolatkami, kilku z nich stało się ogólnymi specjalistami prowadzącymi wszystkie funkcje liderami grupowymi w jednym lub nawet dwóch miastach. W rezultacie tych zmian organizacyjnych pojawiły się dwa problemy związane z wyzwaniami dotyczącymi wiedzy.

Po pierwsze, od kiedy nastąpiło prowadzenie wszystkich funkcji przez starszych doradców, zmuszeni oni byli do pracy wykraczającej poza obszar ich doświadczenia i potrzebowali oni otrzymywać więcej informacji od swoich współpracowników aby dobrze pracować. Co więcej, wielu nowych pracowników nie do końca dobrze rozumiało historię fundacji lub praktyki, które były najlepsze i wypracowane we wcześniejszych latach. Jedynym sposobem na zdobycie takich informacji było pytanie o to starszych stażem pracowników. To co musieli się dowiedzieć nie było nigdzie opisane i istniało jedynie w ludzkim umyśle.

Po drugie, występujące w fundacji zarządzanie wiedzą było zagrożone marginalizacją. Ze względu na okresy czasowe, nikt nie brał odpowiedzialności za zarządzanie wiedzą organizacji w określonym pojedynczym obszarze. Tymczasem, starsi doradcy już zajęci swoją pracą związaną ze wszystkimi funkcjami organizacji byli zbyt zaangażowani w udzielanie informacji współpracownikom aby zacząć tworzyć i wdrażać nową wiedzę do tworzenia grantów i pracy nad polityką. Casey wkrótce odnotowała że jeśli zawodzi dzielenie się informacjami wśród pracowników to na pewno zawodzi również informowanie współpracujących nad grantami i osób z zewnątrz tworzących politykę socjalną. A jeśli fundacja nie jest w stanie dobrze dzielić się posiadaną wiedzą, nie może spełniać dobrze swojej misji. Tak więc w roku 2001 Casey mając świadomość że nowe podejście i struktura organizacyjna będzie wymagała odpowiednich poziomów dzielenia się wiedzą, postanowiła lepiej tą wiedzą zarządzać. Mała grupa pracowników zaczęła pracować nad klasyfikacją wszystkiego czego Casey się nauczyła, tak żeby ludzie mogli łatwiej znaleźć informacje, których potrzebują. Stało się jasne że tylko część kapitału intelektualnego uda się zgromadzić w dostępnej formie. Pracownicy spędzali dużo czasu na poszukiwaniu informacji, a eksperci musieli odpowiadać ciągle na te same podstawowe pytania jak na przykład: jakie są najlepsze metody wczesnej edukacji dzieci?. Efektem tego było to, że Casey zaczęła rozwijać procesy które mogły pomóc starszym doradcom na ustalenie swojej wiedzy szybko i efektywnie. Wizyty w jednostkach otrzymujących granty długo były bogatym źródłem informacji wewnętrznych, ale zbyt często uzyskiwane informacje zdobywane były w sposób tylko werbalny. Tak więc fundacja stworzyła proste szablony umożliwiające określenie i odnotowanie wszystkich rezultatów które mogły kształtować przyszłe idee w programach z innych obszarów.

Rozwój obszernej strategii wiedzy i rozważania poprzez zarządzanie wiedzą w szczegółach jest niezwykle istotne. Program Casey zdefiniował w zupełności proces: jaka wiedza powinna być gromadzona, kto powinien ją

kodować, jak powinna być utrzymywana i rozpowszechniana oraz kto powinien ją otrzymywać. Dodatkowo w wywiadach z 20 najpopularniejszymi fundacjami, odkryto że większość kierownictwa postrzega zarządzanie wiedzą jako bardzo istotne, a kilku rozpatruje to strategicznie. Efektem jest, że wiele fundacji prowadzi zarządzanie wiedzą w kawałkach: mogą one inwestować w nowe technologie (takie jak bazy danych do wyszukiwania raportów o grantach) bez prowadzenia odpowiednich procesów (jak katalogowanie dokumentacji) lub strategii (jak używać bazy danych z korzyścią dla całego programu).

Obszerne podejście Casey umożliwiło jej wdrożenie strategii bardziej produktywnej. Wystąpiły również inne ważne korzyści. Poprzez dokładne rozważenie zarządzania wiedzą Casey ograniczyła wykorzystywanie technologii i zredukowała nakładanie się informacji, przez co zaoszczędziła tysiące dolarów w całej organizacji. Co więcej, przez to zaczęło się tworzenie wiedzy instytucjonalnej, która wspomaga przyszłą pracę. Tak więc Casey inwestując w zarządzanie wiedzą, osiągnęła dużo więcej korzyści. A ponieważ rolą fundacji jest wartość ulepszania życia dzieci z problemami i ich rodzin to taki program był lepiej widziany przez pracowników i był pomocny dla obu stron.

Przykład Fundacji Casey nie jest pojedynczym przykładem. Presja wywierana na fundacje aby ulepszały swój rozwój wywołuje również potencjalny wpływ na zarządzanie wiedzą i naukę w całym sektorze. Organizacje filantropijne muszą zacząć zarządzać swoją wiedzą bardziej efektywnie aby zajmować lepszą pozycję do realizacji zadań filantropijnych przy zaangażowaniu tych samych, a czasami mniejszych środków.[6]

Działalność organizacji charytatywnych dowodzi jak istotne jest wykorzystanie dostępnych technologii informacyjnych służących budowaniu koncepcji zarządzania wiedzą , pokazuje możliwości otwierające się dzięki usystematyzowaniu wiedzy, które służą realizacji celów założonych przez organizację. Możliwe jest właściwsze wykorzystanie dostępnych środków i skuteczniejsza realizacja zadań stojących przed instytucjami charytatywnymi.

Literatura

1. Błaszczuk A,. Brdulak J.J, Guzik M., Pawluczuk A., *Zarządzanie wiedzą w polskich przedsiębiorstwach,*,Wyd. SGH Warszawa 2004
2. Capozzi M.M., Stephenie M. Lowell, Les Silverman, *Knowledge management comes to philanthropy*,[w:] The McKinsey Quarterly, 2003 Special Edition,
3. Grudzewski W.M., Irena K. Hejduk, *Kreowanie w przedsiębiorstwie organizacji inteligentnej, Przedsiębiorstwo przyszłości*, Difin, Warszawa 2001
4. Hejduk J.K., *W drodze do przyszłości, Przedsiębiorstwo przyszłości nowe paradygmaty zarządzania europejskiego*, Instytut Organizacji i Zarządzania

[6] Capozzi M.M., Stephenie M. Lowell, Les Silverman, *Knowledge management comes to philanthropy*,[w:] The McKinsey Quarterly, 2003 Special Edition, s.92

w przemyśle „ORGMASZ" Warszawa 2003
5. http://www.gazeta-it.pl/zw/1,17,index.html

ROZDZIAŁ XIX

SYSTEM EKSPERTOWY W PROCESIE TECHNOLOGICZNEGO PRZYGOTOWANIA PRODUKCJI

Jerzy LIPSKI

Wprowadzenie

Bardzo ważnym obszarem zastosowania informatyki w przedsiębiorstwie przemysłowym jest sfera przygotowania produkcji. Od precyzji przygotowania zarówno parametrów jak i warunków realizacji technologii zależy wydajność produkcji oraz jakość wyrobów. O powodzeniu poprawnego przebiegu procesów technologicznych, z reguły, decyduje wiedza i doświadczenie technologa. Narzędziem, które w pewnym stopniu może pomóc w podejmowaniu decyzji projektowych może być system ekspertowy. System taki, chociaż nie zastąpi, na obecnym etapie rozwoju, technologa jednakże może w znacznym stopniu poprawić trafność decyzji projektanta. Aby system mógł działać trzeba wypełnić go wiedzą a następnie określić algorytmy decyzyjne, które na podstawie tej wiedzy będą mogły generować odpowiedzi na zadawane pytania.

W tym artykule proponuję wyspecjalizowany system ekspertowy wspomagający decyzje doboru parametrów podczas procesu szlifowania.

Chropowatość powierzchni jest jednym z ważniejszych kryteriów oceny jakości technologicznej obrabianych przedmiotów. Często stosowanym sposobem wykańczającej obróbki elementów maszyn jest szlifowanie. Proces szlifowania charakteryzuje się znacznie większą złożonością w porównaniu z obróbką wiórową ze względu na specyficzne właściwości narzędzi ściernych, znacznie większe opory właściwe skrawania i większe prędkości skrawania. Toteż chropowatość powierzchni po szlifowaniu zależy od bardzo wielu czynników, związanych z materiałem obrabianym, ścierniсą, warunkami technologicznymi obróbki i obrabiarką. W szeregu publikacji [2] znaleźć można informacje odnośnie wpływu głównie właściwości ściernicy oraz warunków technologicznych szlifowania na chropowatość powierzchni obrobionej, jak też metod usprawniania procesu szlifowania w celu poprawy chropowatości powierzchni. Jednakże ze względu na wspomnianą wyżej złożoność procesu szlifowania nie zawsze można zastosować te informacje w konkretnych warunkach przemysłowych.

Ze względu na małe przekroje warstwy skrawanej przez poszczególne ostrza ściernicy efekty szlifowania w dużym stopniu zależą od właściwości i stanu technicznego obrabiarki. Tak więc stosując identyczne warunki obróbki na różnych obrabiarkach można otrzymać różną chropowatość powierzchni obrabianych przedmiotów. Potrzebne jest zatem narzędzie umożliwiające szybkie modelowanie procesu szlifowania dla poszczególnych obrabiarek.

1. Koncepcja systemu ekspertowego

Ze względu na charakter rozwiązywanego problemu koniecznym jest uczenie systemu ekspertowego w oparciu o reakcje rzeczywistego procesu technologicznego na zmiany parametrów. Zadaniem konstruowanego systemu ekspertowego jest wspomaganie pracy technologa przez symulację zachowania się rzeczywistego procesu szlifowania. System ekspertowy ma przewidywać wartość chropowatości powierzchni po szlifowaniu gdy dane są wartości posuwu oraz dosuwu wgłębnego. Zatem, technolog będzie mógł znać reakcje rzeczywistego procesu na swoje decyzje zanim się on rozpocznie.

Zaproponowano rozwiązanie oparte na sieci neuronowej. Dla każdej obrabiarki są zbierane dane do ciągu uczącego. Sieć jest uczona na tych danych. Nauczona sieć stanowi jądro systemu ekspertowego, jest modelem procesu o właściwościach nieliniowych i trudnych do opisania równaniami w oparciu o modele fizyczne.

Model taki służyć będzie do sterowania przebiegiem obróbki w celu zapewnienia żądanej chropowatości powierzchni.

Sztuczne sieci neuronowe realizowane są przez emulację komputerową. Coraz szersze zastosowania sieci neuronowych w różnych dziedzinach życia [1,3,4] wiąże się z ich podstawowymi zaletami, do których należy zaliczyć:

- równoległe przetwarzanie dostarczanych informacji,
- „uczenie się" na dowolnych kombinacjach czynników wejściowych i odpowiadających im wartościach czynników wyjściowych,
- własność uogólniania,
- możliwość modyfikacji sieci poprzez wprowadzanie nowych danych.

Celem niniejszej pracy było opracowanie narzędzia informatycznego wspomagającego proces przygotowania technologicznego produkcji partego o sieć neuronową.

2. Metodyka zbierania danych do uczenia systemu ekspertowego

Badania obejmowały pomiary chropowatości powierzchni po szlifowaniu ze zmiennymi parametrami technologicznymi oraz próby „wytrenowania" sieci neuronowej przy wzrastającej liczbie zestawów czynników wejściowych.

W charakterze przedmiotów obrabianych zastosowano próbki w kształcie prostopadłościanów z żeliwa sferoidalnego 400 – 15, pochodzące z jednego wytopu. Próbki te poddano szlifowaniu wgłębnemu na szlifierce do płaszczyzn SPD 30. Do szlifowania zastosowano ściernicę tarczową z węglika krzemu o numerze ziarna 60 i twardości J (szlifowano obwodem ściernicy). Prędkość obwodowa ściernicy v_s była stała i wynosiła 30 m/s, natomiast parametrami zmiennymi były: prędkość ruchu posuwowego stycznego v_{ft} oraz dosuw a_e. Prędkość v_{ft} wahała się w granicach 2 – 28 m/min., a dosuw a_e zawierał się w

przedziale 0,005 – 0,04 mm. Stosowano obfite chłodzenie emulsją.

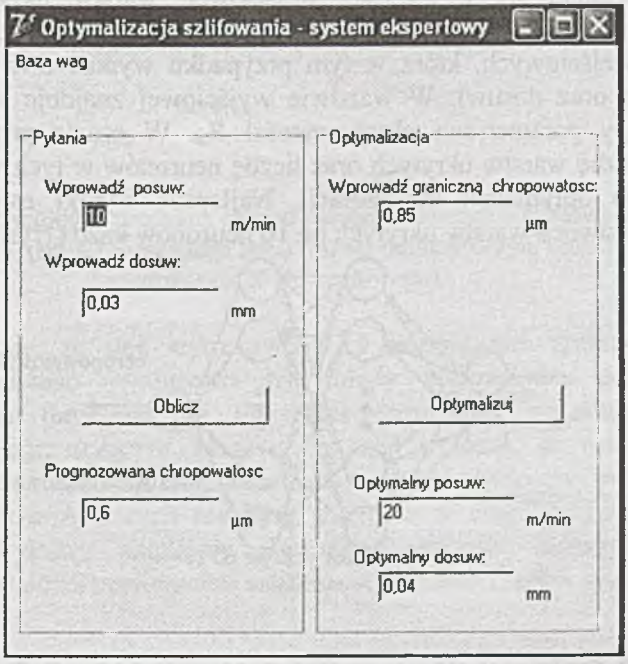
Parametr R_a chropowatości powierzchni mierzono za pomocą profilografometru Surtronic 3+ produkcji firmy Rank Taylor Hobson. Pomiarów dokonywano w kierunku prostopadłym do śladów obróbki.

Liczba próbek była sukcesywnie powiększana, pierwsze próby uczenia sieci przeprowadzono na 20 przykładach, następne na 40 i końcowe na 80.

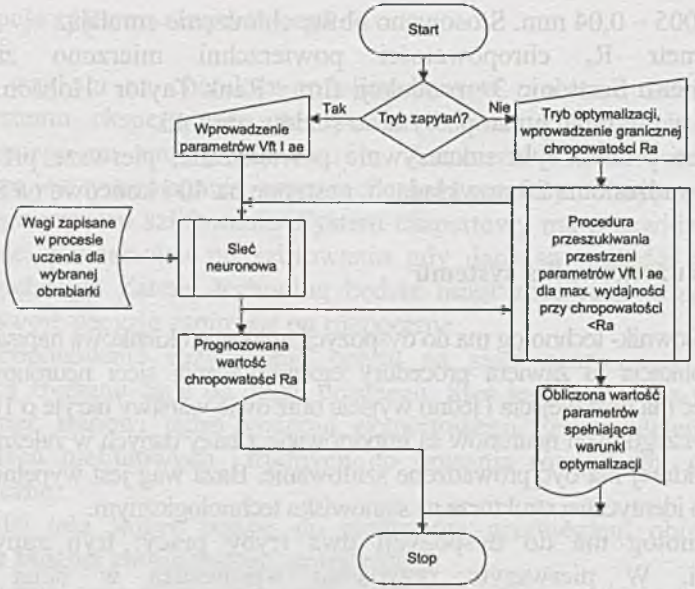
3. Interfejs użytkownika systemu

Użytkownik- technolog ma do dyspozycji aplikację okienkową napisaną w Delphi 7(rys. 1). Aplikacja ta zawiera procedury egzaminowania sieci neuronowej o stałej strukturze. Sieć ma dwa wejścia i jedno wyjście oraz dwie warstwy ukryte o 10 neuronach. Wagi dla poszczególnych neuronów są importowane z bazy danych w zależności od typu obrabiarki na której ma być prowadzone szlifowanie. Baza wag jest wypełniana podczas uczenia sieci o identycznej strukturze na stanowisku technologicznym.

Technolog ma do dyspozycji dwa tryby pracy: tryb zapytań i tryb optymalizacji. W pierwszym przypadku wprowadza w okna dialogowe proponowane przez siebie posuw wzdłużny i dosuw ściernicy i otrzymuje przewidywaną przez system ekspertowy chropowatość powierzchni. W drugim przypadku technolog wprowadza pożądaną chropowatość powierzchni a algorytm optymalizacyjny dobiera taki zestaw parametrów, dla których jest największa wydajność obróbki przy jednoczesnym osiągnięciu zadanej chropowatości powierzchni. Schemat algorytmu przedstawia rys. 2.

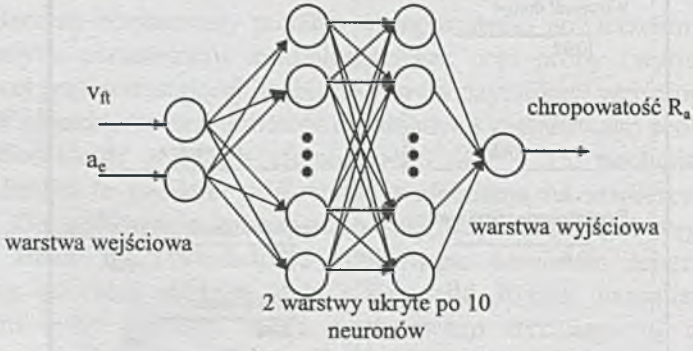


Rys. 1. Interfejs użytkownika systemu ekspertowego



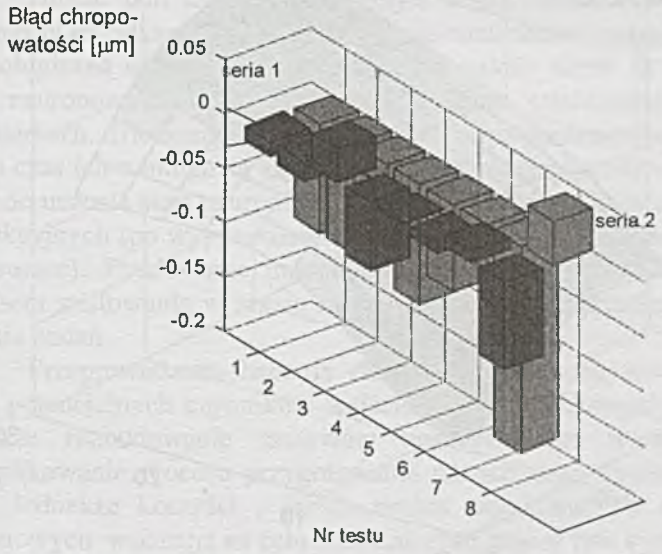
Rys. 2. Algorytm aplikacji wspomagającej pracę technologa wykorzystujący sieć neuronową jako element symulujący zachowanie procesu technologicznego

Zestawy czynników wejściowych (v_{ft} i a_e) oraz odpowiadających im czynników wyjściowych (R_a) wprowadzane były do sieci neuronowej. Sieć neuronowa składa się z warstwy wejściowej, warstw ukrytych i warstwy wyjściowej. Liczba neuronów w warstwie wejściowej jest równa liczbie czynników wejściowych, która w tym przypadku wynosi dwa (prędkość ruchu posuwowego oraz dosuw). W warstwie wyjściowej znajduje się jeden neuron, odpowiadający parametrowi chropowatości R_a. W czasie prowadzenia badań zmieniano liczbę warstw ukrytych oraz liczbę neuronów w tych warstwach, dążąc do uzyskania optymalnej konfiguracji. Najlepsze wyniki osiągano, gdy sieć składała się z dwóch warstw ukrytych po 10 neuronów każda (rys. 3).



Rys. 3. Struktura sieci neuronowej zastosowanej w systemie ekspertowym

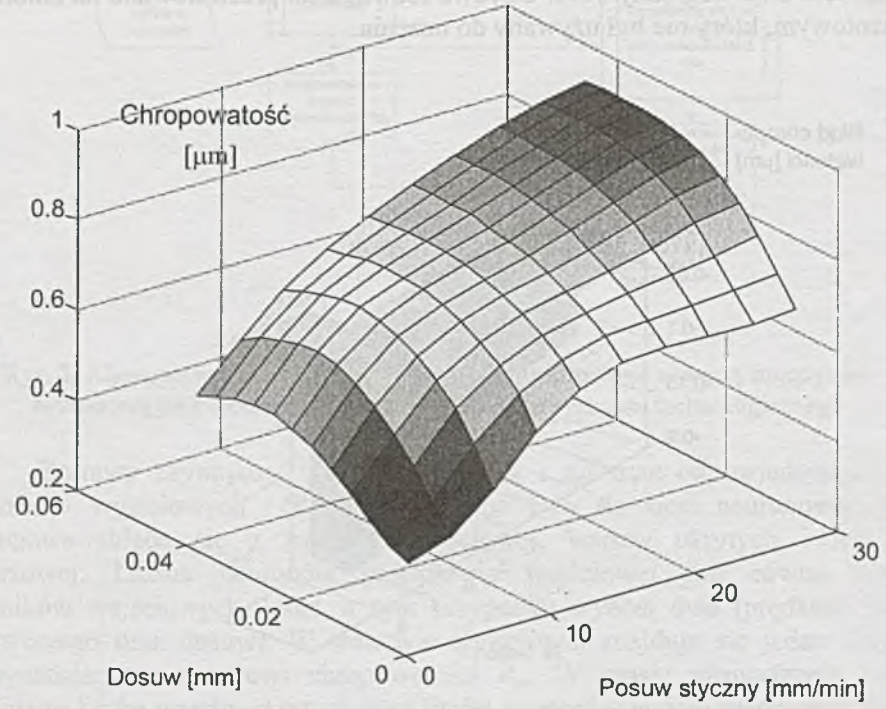
Próby trenowania sieci rozpoczęto już od kilku zestawów czynników wejściowych i wyjściowych. Pierwsze pozytywne rezultaty osiągnięto dla 20 zestawów (błąd dopasowania modelu sieciowego wynosił 5%). Dysponując większym materiałem doświadczalnym postanowiono sprawdzić jak wpływa na wiarygodność predykcji dokonywanej przez sieć liczność ciągu uczącego. Sieć o takiej samej konfiguracji (2 warstwy ukryte po 10 neuronów) poddano procesowi uczenia na 80 elementowym zbiorze uczącym. Czas uczenia znacznie się wydłużył i osiągnięto błąd względny 10%. Obydwa rozwiązania przetestowano na zbiorze 8 elementowym, który nie był używany do uczenia.



Rys.4. Błąd bezwzględny predykcji chropowatości powierzchni szlifowanej dla dwu ciągów uczących. (seria 1 – dla ciągu uczącego 80 elementowego, seria 2 – dla ciągu uczącego 20 elementowego)

Okazało się, że sieć wytrenowana na liczniejszym zbiorze ma silniej rozwiniętą właściwość uogólniania tzn. błędy bezwzględne przewidywanej chropowatości są mniejsze niż dla sieci trenowanej na mniejszym (20 elementowym) ciągu uczącym. Nasuwa się stąd wniosek, że nie zawsze sieć nauczona z dużą dokładnością względną będzie dobrze odwzorowywała nieliniowy model dla obszarów z których nie było wzorców w ciągu uczącym. Na rys.4 przedstawiono wykresy słupkowe ilustrujące wartości bezwzględne błędu predykcji chropowatości powierzchni szlifowanej dla dwu ciągów uczących.

Ponieważ otrzymany w wyniku trenowania sieci model ma dwa wejścia i jedno wyjście to istnieje możliwość zilustrowania takiej zależności na wykresie trójwymiarowym rys.5. Analiza tego wykresu prowadzi do wniosku, że związki między wartością dosuwu ściernicy na jedno przejście, wartością posuwu stycznego a chropowatością powierzchni otrzymanej w wyniku szlifowania mają charakter nieliniowy.



Rys. 5. Wpływ dosuwu a_e oraz prędkości v_{ft} na parametr R_a (model neuronowy wytrenowany na 80 zestawach czynników)

Widać także, że modelowany proces jest w różnym stopniu wrażliwy na zmiany dosuwu lub posuwu w całym badanym obszarze. Dla małych wartości posuwu chropowatość w większym stopniu zależy od dosuwu, dla większych posuwów stycznych zmiany dosuwu mniej wpływają na wynik szlifowania. Wyjaśnia to trudności na jakie napotykamy próbując budować modele analityczne aproksymujące różnymi funkcjami wykładniczymi modelowane związki. Takie modele mają praktyczny sens jedynie w bardzo ograniczonym obszarze. Dla poszerzenia tego obszaru można stosować funkcje sklejane ale taka operacja komplikuje model. Posługując się siecią neuronową otrzymujemy model (w postaci niejawnej), który może spełniać rolę eksperta.

„Dokładanie" zestawów czynników do sieci neuronowej umożliwiało

zmniejszanie błędu dopasowania modelu i wpływało na „wygładzenie" pola odpowiedzi modelu, co ilustrują krzywe na rys. 5.

4. Podsumowanie

Przeprowadzone badania wykazały, że sieci neuronowe mogą być zastosowane do zbudowania modelu procesu szlifowania a model ten może pełnić rolę eksperta. Zastosowanie opisanej aplikacji ekspertowej wpłynie na poprawę wydajności projektowanych procesów technologicznych. Zwiększanie liczby zestawów trenujących poprawia dokładność budowanego modelu.

Biorąc pod uwagę duży wpływ właściwości (zwłaszcza sztywności i podatności na odkształcenia cieplne) oraz stanu technicznego obrabiarki na jakość technologiczną szlifowanych przedmiotów należy uznać za celowe zastosowanie sieci neuronowych do modelowania procesu szlifowania na poszczególnych obrabiarkach. Nieskomplikowana obsługa sieci neuronowych oraz stosunkowo krótki czas ich treningu są czynnikami ułatwiającymi realizację takiego programu. Dane do uczenia sieci neuronowej mogłyby być zbierane w czasie realizacji zadań produkcyjnych (po wyposażeniu szlifierki w odpowiednie urządzenia pomiarowe i rejestrujące). Zbudowanie modelu neuronowego otwiera drogę do sterowanie procesem szlifowania w czasie rzeczywistym co jest przedmiotem prowadzonych obecnie badań.

Przeprowadzone badania eksperymentalne obejmowały tylko niewielką część potencjalnych czynników wejściowych i wyjściowych. Należy się liczyć z tym, że rozbudowanie zestawów uczących sieć neuronową wpłynie na skomplikowanie procesu przygotowania danych oraz wydłużenie czasu treningu sieci. Jednakże korzyści , jakich można oczekiwać po zastosowaniu modeli neuronowych wskazują na celowość dalszych prac w tym kierunku.

Literatura

1. Lawrence J.: Introduction to Neural Networks Design. Theory and Applications. Scientific Softwarepres. California
2. Masłov E.N.: Tieoria szlifovanija matieriałov. Maszinostrojenije. Moskva 1974.
3. Tadeusiewicz R.: Elementarne wprowadzenie do techniki sieci neuronowych z przykładowymi programami . Akademicka Oficyna Wydawnicza PLJ Warszawa 1998.
4. Tansel J.N.: Modelling 3 – D cutting dynamisc with neural networks. *Int. J. Mach. Tools Manufact.* Vol. 3. No. 6. 1992. Pp. 829 – 853.
5. Żurada J., Barski M., Jędruch W.: Sztuczne sieci neuronowe. PWN Warszawa 1996r.

ROZDZIAŁ XX

WYKORZYSTANIE MODELOWANIA ROZMYTEGO W PROCESACH PRODUKCYJNYCH

Aleksandra PTAK

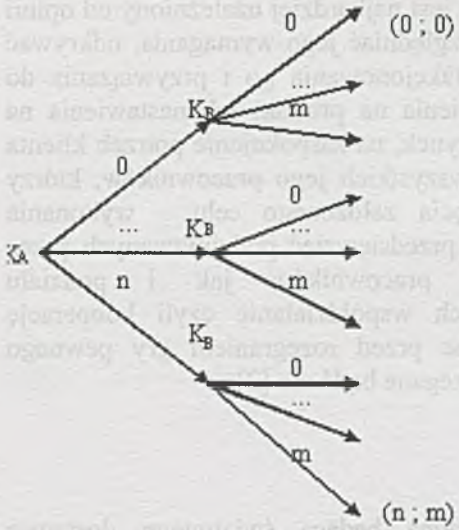
Wprowadzenie

Każde przedsiębiorstwo ma na celu osiągnięcie sukcesu w swej działalności.. Na ten sukces składa się wiele czynników, które wynikają z posiadanej wiedzy, umiejętności, sposobu zachowania się w otoczeniu, które zapewniają mu klientelę i sprawiają, że jest ono postrzegane jako odpowiedzialne i godne zaufania. W obecnych czasach sukces jest najbardziej uzależniony od opinii klienta. Dlatego też wiele firm stara się uwzględniać jego wymagania, odkrywać rzeczywiste preferencje i dążyć do usatysfakcjonowania go i przywiązania do firmy, rezygnując konsekwentnie z nastawienia na produkt lub nastawienia na zysk, a przyjmując całkowitą orientację na rynek, na zaspokojenie potrzeb klienta [1]. Sukces przedsiębiorstwa jest zasługą wszystkich jego pracowników, którzy współpracują ze sobą dążąc do osiągnięcia założonego celu – wykonania powierzonego im zadania. Sukces różnych przedsięwzięć podejmowanych przez firmę wymaga zarówno współpracy pracowników jak i podziału odpowiedzialności. W grach strategicznych współdziałanie czyli kooperację zwykle rozumie się jako zawarcie jeszcze przed rozegraniem gry pewnego porozumienia, które może być potem przestrzegane bądź nie [2].

1. Kooperacja pomiędzy pracownikami

Wyobraźmy sobie firmę produkcyjną będącą światowym dostawcą komponentów dla sektora motoryzacyjnego. Firma zajmuje się przede wszystkim produkowaniem części antydrganiowych, przewodów hamulcowych, precyzyjnych części gumowych do takich znanych marek jak Volvo, Toyota, Audi, Fiat.
W wyprodukowanie konkretnej części do samochodu zaangażowanych jest kilkanaście osób, które mają wspólne zadanie – wyprodukowanie części nie wadliwej, pod każdym względem zgodnej z wymaganiami ekspertów.
Przyjmijmy, że badana przez nas gra ma dwóch uczestników. Są nimi operatorzy maszyny produkcyjnej – malarki. Pracownicy mają za zadanie nanieść na detal pod natryskiem ciśnieniowym powłoki lakieru. Zadaniem pracownika A jest naniesienie powłoki lakieru podkładowego, pracownik B odpowiada za odpowiednie nałożenie powłoki nawierzchniowej. Grubości powłok muszą być zgodne z normami ustalonymi przez eksperta. Pracownicy podczas wykonywania czynności malowania tworzą koalicję – każdy z nich ma pomalować detal zgodnie z ustaleniami. W przypadku, kiedy jeden z pracowników pomaluje warstwę

zgodnie z normą natomiast jego współpracownik pomaluje ją za cienką lub za grubą detal zostanie odrzucony przez osobę odpowiedzialną za kontrolę produktu. Jeżeli pracownikom nie uda się wyprodukować produktu spełniającego zadane warunki, wszystkie detale z partii zostaną zatrzymane i poddane kontroli, wstrzymana zostaje również praca operatora, w zależności od tego, która powłoka lakieru zostanie nałożona nieprawidłowo. Jeśli okazuje się, że za wadliwie wyprodukowany detal odpowiedzialny jest operator maszyny ponosi on konsekwencję swej nieuwagi. Jeśli zaś za wadliwy wyrób odpowiedzialna jest praca maszyny z punktu mechanicznego, maszyna zostaje przekazana do przeglądu. Oba opisane powyżej przypadki nie są korzystne. Albo pracownik albo przedsiębiorstwo zostanie narażone na straty finansowe, oprócz tego może zaistnieć groźba nie wywiązania się przez przedsiębiorstwo z umów ze zleceniodawcą. Obaj gracze mają ten sam cel – wyprodukowany ma zostać produkt o odpowiednich parametrach.



Gdzie:
K_A - nałożenie przez pracownika A lakieru podkładowego,
K_B – nałożenie powłoki nawierzchniowej przez pracownika B,
n - ilość możliwości pomalowania powłoki podkładowej,
m - ilość możliwości pomalowania powłoki nawierzchniowej

Rys.1. Wizualizacja wariantów uzyskania powłok lakierniczych przez graczy A iB.
Źródło: Opracowanie własne na podstawie [3]

Gra zaczyna się momencie rozpoczęcia pracy przez operatora A nakładającego lakier podkładowy. Ponieważ każdy detal będzie miał inną grubość lakieru w przykładzie przedstawionych zostało po jedenaście wariantów uzyskanej grubości powłoki. Kolejnym krokiem jest nałożenie lakieru nawierzchniowego przez gracza B. Wierzchołki końcowe drzewa przedstawiają grubości powłok lakierniczych w pomalowanych detalach. W przykładzie uwzględniona została także wartość zero, wskazująca na sytuację, kiedy powłoka z jakiegoś powodu nie zostanie pomalowana, może to być sytuacja, kiedy detal zostanie nieprawidłowo ułożony na malarce czy też zaistnieją problemy z przyczyn technicznych.

2. Koncepcja zastosowania modelowania rozmytego

Pracownicy mają za zadanie wyprodukować komponent o wymiarach z góry ustalonych dla danego produktu, jak najbliższych wymiarom podanym przez eksperta. Przyjmijmy, że dla pracownika A, którego zadaniem jest pomalowanie warstwy podkładowej będzie wartość „około 8 mikronów", dla pracownika B malującego warstwę nawierzchniową „około 13 mikronów'. Ekspert ustalił normę nie używając przedziałów wartości, ponieważ nie jest możliwym pomalowanie każdego komponentu z serii warstwą o dokładnej, konkretnej grubości mierzonej w mikronach w poniższym przykładzie zastosowano α - przekroje badanych zbiorów. Dane mamy dwa zbiory:
zbiór A - zbiór wartości jakie uzyskał gracz A malując powłokę podkładową,
zbiór B - zbiór wartości jakie uzyskał gracz B malując warstwę nawierzchniową.

Przyjmijmy, że funkcja przynależności przyporządkowuje każdemu elementowi zbioru rozmytego „uzyskiwane grubości powłok" $x \in [\underline{x}, x]$ pewną wartość z zakresu [0,1] i tak odpowiednio dla zbioru A oraz B będzie ona wyglądać następująco:

$$\mu_A(x): X \rightarrow [0,1], \forall x \in X \qquad (1)$$

$$\mu_B(x): X \rightarrow [0,1], \forall x \in X \qquad (2)$$

Dla wszystkich zbiorów funkcje przynależności możemy zidentyfikować następująco:

$\alpha = 1$ - „warstwa pomalowana zgodnie z wymogami",
$\alpha \geq 0{,}5$ - „warstwa o grubości akceptowalnej",
$\alpha = 0$ - „warstwa pomalowana niezgodnie z wymogami".

Znając przynależność elementów przestrzeni rozważań do poszczególnych α - przekrojów możemy określić przybliżoną funkcję przynależności $\mu^*_A(x)$ do zbioru rozmytego A za pomocą wzoru:

$$\mu^*_A(x) = \sup_{\alpha \in [0,1]} \left(\alpha \cdot \mu_{A^{\geq \alpha}}(x) \right) \qquad (3)$$

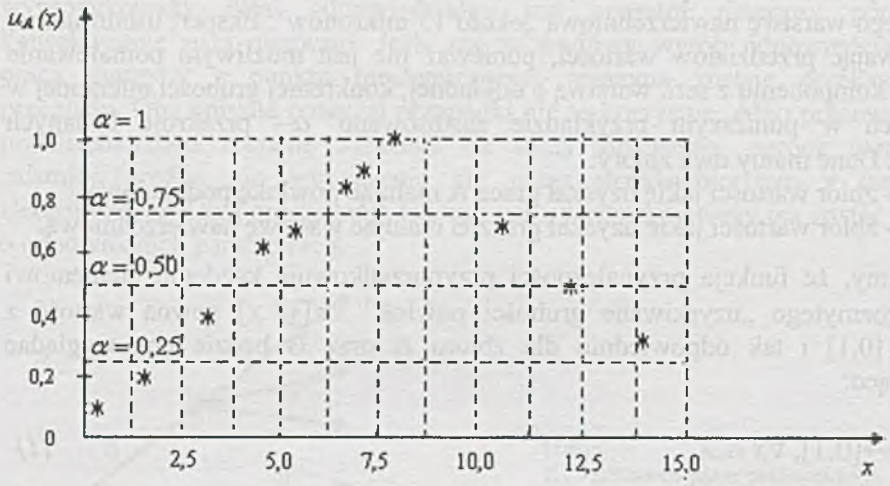
Elementy należące do zbioru jakie uzyskał operator maszyny malując powłokę podkładową:

Zbiór A:

$$A = \left\{ \frac{0{,}10}{0{,}6}, \frac{0{,}20}{1{,}5}, \frac{0{,}40}{3{,}2}, \frac{0{,}60}{4{,}6}, \frac{0{,}70}{5{,}3}, \frac{0{,}85}{6{,}7}, \frac{0{,}90}{7{,}1}, \frac{1{,}00}{8{,}00}, \frac{0{,}70}{10{,}6}, \frac{0{,}50}{12{,}1}, \frac{0{,}30}{13{,}9} \right\}$$

Elementy zbioru jakie uzyskał operator B malując powłokę nawierzchniową:

$$B = \left\{ \frac{0,20}{2,2}, \frac{0,40}{4,8}, \frac{0,50}{6,3}, \frac{0,70}{8,9}, \frac{0,80}{10,3}, \frac{0,85}{11,0}, \frac{0,95}{12,3}, \frac{0,95}{12,4}, \frac{0,85}{15,1}, \frac{0,60}{18,3}, \frac{0,40}{20,9} \right\}$$



Rys.2. Pionowa reprezentacja zbioru rozmytego A
Źródło: Opracowanie własne na podstawie [5]

Gdzie:

Przekroje $A^{\geq \alpha}$:

$$A^{\geq 1,0} = \left\{ \frac{1}{8,0} \right\},$$

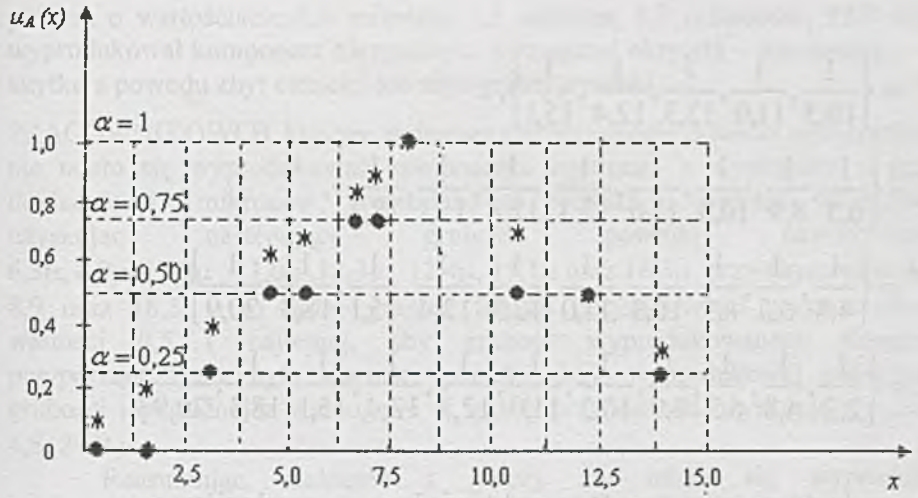
$$A^{\geq 0,75} = \left\{ \frac{1}{6,7}, \frac{1}{7,1}, \frac{1}{8,0} \right\},$$

$$A^{\geq 0,5} = \left\{ \frac{1}{4,6}, \frac{1}{5,3}, \frac{1}{6,7}, \frac{1}{7,1}, \frac{1}{8,0}, \frac{1}{10,6}, \frac{1}{12,1} \right\},$$

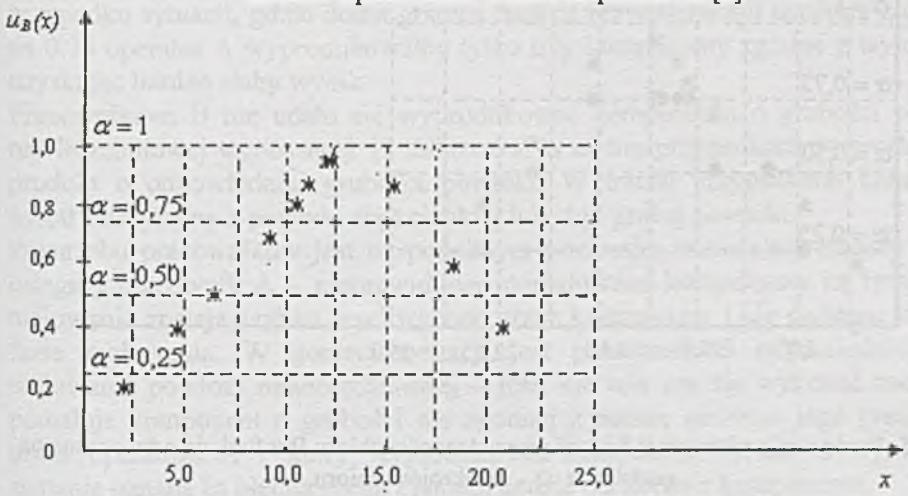
$$A^{\geq 0,25} = \left\{ \frac{1}{3,2}, \frac{1}{4,6}, \frac{1}{5,3}, \frac{1}{6,7}, \frac{1}{7,1}, \frac{1}{8,0}, \frac{1}{10,6}, \frac{1}{12,1}, \frac{1}{13,9} \right\},$$

$$A^{\geq 0,0} = \left\{ \frac{1}{0,6}, \frac{1}{1,5}, \frac{1}{3,2}, \frac{1}{4,6}, \frac{1}{5,3}, \frac{1}{6,7}, \frac{1}{7,1}, \frac{1}{8,0}, \frac{1}{10,6}, \frac{1}{12,1}, \frac{1}{13,9} \right\}.$$

Odtworzenie zbioru rozmytego A na podstawie jego α - przekrojów:



Rys.3. Porównanie pierwotnej funkcji przynależności zbioru A z funkcją odtworzoną na podstawie α - przekrojów zbioru.
Źródło: Opracowanie własne na podstawie [5]



Rys.4. Pionowa reprezentacja zbioru rozmytego B
Źródło: Opracowanie własne na podstawie [5]

Gdzie:

Przekroje $B^{\geq\alpha}$

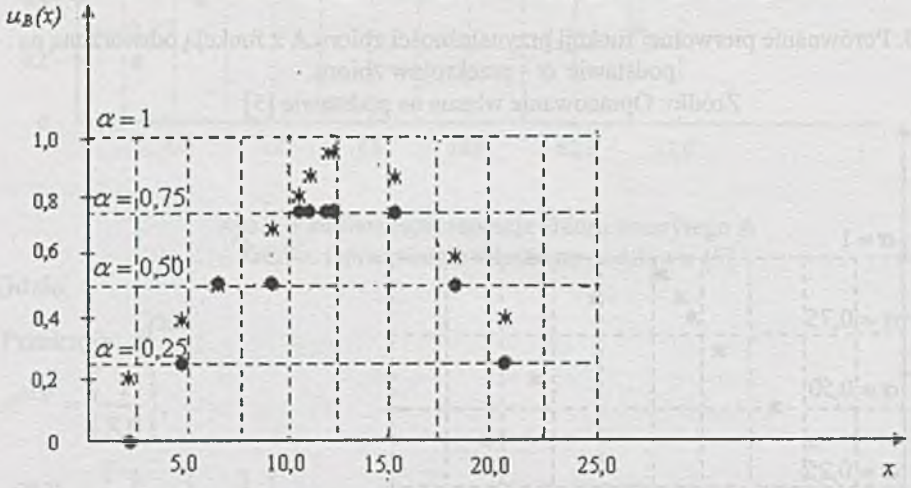
$$B^{\geq 0,75} = \left\{ \frac{1}{10,3}, \frac{1}{11,0}, \frac{1}{12,3}, \frac{1}{12,4}, \frac{1}{15,1} \right\},$$

$$B^{\geq 0,5} = \left\{ \frac{1}{6,3}, \frac{1}{8,9}, \frac{1}{10,3}, \frac{1}{11,0}, \frac{1}{12,3}, \frac{1}{12,4}, \frac{1}{15,1}, \frac{1}{18,3} \right\},$$

$$B^{\geq 0,25} = \left\{ \frac{1}{4,8}, \frac{1}{6,3}, \frac{1}{8,9}, \frac{1}{10,3}, \frac{1}{11,0}, \frac{1}{12,3}, \frac{1}{12,4}, \frac{1}{15,1}, \frac{1}{18,3}, \frac{1}{20,9} \right\},$$

$$B^{\geq 0,0} = \left\{ \frac{1}{2,2}, \frac{1}{4,8}, \frac{1}{6,3}, \frac{1}{8,9}, \frac{1}{10,3}, \frac{1}{11,0}, \frac{1}{12,3}, \frac{1}{12,4}, \frac{1}{15,1}, \frac{1}{18,3}, \frac{1}{20,9} \right\}.$$

Odtworzenie zbioru rozmytego B na podstawie jego α - przekrojów:



Rys.5. Porównanie pierwotnej funkcji przynależności zbioru B z funkcją odtworzoną na podstawie α - przekrojów zbioru.
Źródło: Opracowanie własne na podstawie [5]

Dzięki wykorzystaniu α -przekrojów oraz na podstawie danych uzyskanych przez graczy – osób odpowiedzialnych za malowanie powłok komponentu z jedenastu ostatnich okresów ustalić możemy, iż:
PRACOWNIK A odpowiedzialny za pomalowanie warstwy podkładowej uzyskując grubość malowanej powłoki o wartości 8 mikronów wyprodukował komponent zgodny z wymogami ekspertów, uzyskując grubości powłok: 4,6 mikrona, 5,3 mikrona, 6,7 mikrona, 7,1 mikrona, 10,6 mikrona oraz 12,1 mikrona wyprodukował komponent o grubości akceptowanej przez eksperta, przy czym wartości: 4,6 mikrona, 5,3 mikrona, 10,6 mikrona oraz 12,1 mikrona to wartości dolnej granicy funkcji przynależności, uzyskując podczas malowania grubości

powłok o wartościach: 0,6 mikrona, 1,5 mikrona, 3,2 mikronów, 13,9 mikrona wyprodukował komponent niezgodny z wymogami eksperta – nie nadający się do użytku z powodu zbyt cienkiej lub zbyt grubej powłoki.

PRACOWNIKOWI B, którego zadaniem jest malowanie powłoki nawierzchniowej nie udało się wyprodukować komponentu zgodnego z wymogami o grubości dokładnie 13 mikronów, wyprodukował produkt o grubości akceptowalnej uzyskując następujące grubości powłoki nawierzchniowej: 6,3μ, 8,9μ, 10,3μ , 11,0μ ,12,3μ , 12,4μ, 15,1μ oraz 18,3μ przy czym wartości 6,3; 8,9 oraz 18,3 μ to dolne granice funkcji przynależności przyporządkowane wartości 0,5 (najlepiej, aby grubość wyprodukowanego komponentu przyporządkowana była wartości ponad 0,5), wyprodukował komponent o grubości niezgodnej z wymogami w trzech przypadkach uzyskując wyniki: 2,2; 4,8; 20,9 μ.

Reasumując, żadnemu z graczy nie udało się wyprodukować komponentów partii w 100% zgodnych z wymogami. Pracownik A w czterech przypadkach wyprodukował produkt o nieakceptowanej grubości. Również w czterech przypadkach produkt zaakceptowany do dalszego procesu produkcyjnego posiadał grubość powłoki lakieru z dolnej granicy funkcji przynależności. W przypadku sytuacji, gdzie dolna granica funkcji przynależności ustalona zostałaby na 0.75 operator A wyprodukowałby tylko trzy komponenty zgodne z wymogami uzyskując bardzo słaby wynik.

Pracownikowi B nie udało się wyprodukować komponentu o grubości powłoki nawierzchniowej wynoszącej 13 mikronów, w ośmiu przypadkach wyprodukował produkt o odpowiedniej grubości powłoki. W trzech przypadkach komponent został zatrzymany z powodu zbyt cienkiej lub zbyt grubej powłoki.

Praca obu pracowników jest na podobnym poziomie, minimalnie słabszy wynik osiągnął pracownik A – nieprawidłowo pomalowane komponenty na tym etapie malowania zostają szybko wychwycone przez kontrolerów i nie poddane kolejnej fazie malowania. W gorszej sytuacji jest pracownik B odpowiedzialny za malowanie powłoki nawierzchniowej – jeśli nie uda mu się wykonać zadania – pomaluje komponent o grubości nie zgodnej z normą zarówno jego praca jak i praca operatora A (który wyprodukował komponent zgodny z wymogami) zostanie uznana za błędną czego efektem będzie odrzucenie komponentu.

Wnioski:

Zwykle przez zespół rozumiemy kilka osób lub grup osób, które mogą działać w jakimś stopniu niezależnie, opierających się o zróżnicowane informacje. Motywem ich działania jest realizacja celu, jaki zespół sobie obrał lub jaki został mu narzucony [3]. W prezentowanym powyżej przykładzie dwuosobowej gry produkcyjnej, ustalenie przedziałów wartości przy użyciu α-przekrojów jako techniki modelowania rozmytego daje nam więcej możliwości znalezienia optymalnych wyników malowanych powłok, niżeli próba wyprodukowania komponentów o stałych, konkretnych wartościach.

Bibliografia:

1. Penc. J., Decyzje w zarządzaniu, WPSB, Kraków 1997
2. Watson J., Strategia. Wprowadzenie do teorii gier, Wydawnictwo Naukowo – Techniczne WNT, Warszawa 2002
3. Malawski M., Wieczorek A., Sosnowska H., Konkurencja i kooperacja. Teoria gier w ekonomii i naukach społecznych, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1997
4. Owen G., Teoria gier, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1975
5. Piegat A., Modelowanie i sterowanie rozmyte, Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa 2003
6. Rutkowska D., Piliński M., Rutkowski L., Sieci neuronowe, algorytmy genetyczne i systemy rozmyte, PWN, Warszawa-Łódź 1999

CZĘŚĆ 4
ROZWIĄZANIA FINANSOWE I ZARZĄDZANIE WIEDZĄ

Bibliografia

1. Penc J., Decyzje w zarządzaniu, WPSB, Kraków 1997
2. Watson J., Strategia. Wprowadzenie do teorii gier, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne WNT, Warszawa 2005
3. Malawski M., Wieczorek A., Sosnowska H., Konkurencja i kooperacja. Teoria gier w ekonomii i naukach społecznych, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1997
4. Owen G., Teoria gier, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1975
5. Prząt A., Modelowanie i szacowanie ryzyka, Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa 2003
6. Rutkowska D., Piliński M., Rutkowski L., Sieci neuronowe, algorytmy genetyczne i systemy rozmyte, PWN, Warszawa-Łódź 1999

CZĘŚĆ 4
ROZWIĄZANIA FINANSOWE I ZARZĄDZANIE WIEDZĄ

ROZDZIAŁ XXI

KOLEKTYWNE PROCESY OBLICZENIOWE W ŚRODOWISKU AUTOMATÓW KOMÓRKOWYCH PRZY SYMULACJI ZAGADNIENIA DOBORU PORTFELA INWESTYCYJNEGO

Aleksander KATKOW, Agnieszka ULFIK

Wstęp

Automaty komórkowe zostały stworzone w latach czterdziestych ubiegłego wieku aby emulować procesy występujące w naturze, a jednocześnie tworzyć samo replikujące się maszyny obliczeniowe. Wkrótce po ich odkryciu, okazały się one bardzo interesujące i przydatne w wielu dziedzinach nauki. Początkowo zainteresowali się nimi fizycy i zaczęli z powodzeniem stosować automaty komórkowe do symulacji złożonych zagadnień. Dziś automaty komórkowe są stosowane w matematyce, mechanice, ekonomii, grafice (np. tworzenie tekstur i fraktali), socjologii (np. symulowanie zachowań tłumu lub rozprzestrzeniania się epidemii), grach komputerowych i wielu innych zagadnieniach. Jednym z takich zagadnień może być symulowanie zachowania się rynku akcji i inwestorów, a także zagadnienie doboru portfela inwestycyjnego.

Analiza portfelowa

Rynek akcji w Polsce aktualnie silnie się rozwija. Oprócz akcji, inwestorzy mogą lokować swoje środki w obligacje, kontrakty terminowe i inne instrumenty finansowe. Głównym celem inwestorów jest prawidłowa ocena przyszłej wartości udziałów i inwestowanie w te z największym spodziewanym dochodem. Niestety bardzo często wysoki poziom oczekiwanego dochodu wiąże się z wysokim poziomem ryzyka. Inwestorzy mogą zmniejszyć to ryzyko przez inwestowanie w więcej niż jeden udział wykorzystując efekt dywersyfikacji ryzyka portfela inwestycyjnego.

Jedną z podstawowych technik analizy rynku kapitałowego jest analiza portfelowa. Według tej teorii, możemy przewidzieć przyszłą wartość akcji bazując na historycznych notowaniach. Z danych tych wyznaczana się oczekiwaną stopę zwrotu interpretowaną jako spodziewany dochód oraz odchylenie standardowe będące miarą dyspersji i interpretowane jako ryzyko związane z oczekiwanym dochodem. Inwestorzy zwykle są zainteresowani udziałami przynoszącymi duży dochód wiążący się z niskim poziomem ryzyka. Analiza portfelowa bada jak zmienią się te wartości, jeśli inwestor ulokuje swoje udziały w więcej niż jeden papier wartościowy. Teoria ta mówi również jak dobrać udziały podczas konstruowania portfela inwestycyjnego aby zdywersyfikować jego ryzyko, co oznacza że ryzyko portfela będzie mniejsze niż ryzyko udziałów wchodzących

w jego skład.

Stopa zwrotu i ryzyko

W klasycznym modelu Markowitza najważniejszymi charakterystykami papieru wartościowego są oczekiwana stopa zwrotu i odchylenie standardowe. Te dwie wartości muszą być obliczane dla wszystkich spółek giełdowych rozpatrywanych przez inwestora. Wartość dodatnia stopy zwrotu jest interpretowana jako dochód, natomiast wartość ujemna to strata. Rozpatruje się również relację tej wielkości nie tylko względem zera ale również względem ogólnej stopy zwrotu dla danego rynku. W praktyce wielkość taką wyznacza się zazwyczaj przy pomocy indeksów giełdowych.

Wartość stopy zwrotu w okresie t jest obliczana na podstawie następującego wzoru:

$$R_t = \frac{P_t - P_{t-1} + D_t}{P_{t-1}}$$

gdzie:
R_t – stopa zwrotu w okresie t,
P_t – cena papieru wartościowego w okresie t,
P_{t-1} – cena papieru wartościowego w okresie $t-1$,
D_t – dywidenda wypłacona w okresie t.

Dla każdego okresu t wyznaczana zostaje stopa zwrotu w związku z tym stopa zwrotu jest funkcją czasu, a wysokość zysku lub straty z inwestycji w przyszłości zależy od wielu czynników. W praktyce oznacza to, że stopa zwrotu jest funkcją zmiennej losowej: zysku lub straty w związku z tym posiada ona określony rozkład prawdopodobieństwa. Każdej możliwej stopie zwrotu przypada prawdopodobieństwo zrealizowania się takiego stanu natury, który sprzyja osiągnięciu danej stopy zwrotu. W związku z tym inwestor nie może mieć pewności, że w przyszłości zrealizuje się określona stopa zwrotu. Rzeczywista stopa zwrotu zależy od wielu czynników. Ta sytuacja sprawia, że mówi się o oczekiwanej stopie zwrotu, która jest zmienną realizującą się z określonym prawdopodobieństwem. W praktyce wartość tą wyznacza się jako średnią arytmetyczną wszystkich zaobserwowanych stóp zwrotu. Prowadzi to do następującego wzoru na oczekiwaną stopę zwrotu z danego papieru wartościowego:

$$R = \frac{\sum_{t=1}^{N} R_t}{N}$$

gdzie:
R – oczekiwana stopa zwrotu z danego papieru wartościowego,
R_t – empiryczna stopa zwrotu w okresie t,
N – liczba wszystkich analizowanych stóp zwrotu.

Tak określonemu poziomowi zysku lub straty zawsze towarzyszy ryzyko

inwestycyjne. Pojęcie to jest niezwykle złożone. Wszystkie czynniki powodujące ryzyko można ogólnie pogrupować na wewnętrzne i zewnętrzne dla danej spółki akcyjnej. Wśród czynników wewnętrznych najważniejszymi są decyzje podejmowane przez zarząd danej spółki. W skład czynników zewnętrznych wchodzą takie czynniki jak ogólny stan rynku, sytuacja polityczna, sytuacja na giełdzie, stan gospodarki danego kraju (poziom inflacji, kursy walut, stopy procentowe) oraz wiele innych. W praktycznych analizach giełdowych ryzyko wyznacza się wykorzystując statystykę matematyczną. Wielkością interpretowaną jako ryzyko jest odchylenie standardowe będące pierwiastkiem kwadratowym z wariancji. Wyznacza się je na podstawie następujących wzorów:

$$S^2 = \frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^{n} (R_i - R)^2$$

$$S = \sqrt{S^2}$$

gdzie:

S^2 – wariancja stopy zwrotu papieru wartościowego,

S – odchylenie standardowe stopy zwrotu papieru wartościowego.

R_i – stopa zwrotu w okresie i,

R – oczekiwana stopa zwrotu z papieru wartościowego,

n – liczba wszystkich analizowanych stóp zwrotu.

Oczekiwana stopa zwrotu i odchylenie standardowe są dwoma podstawowymi charakterystykami papierów wartościowych rozpatrywanych w analizie portfelowej. Kiedy jednak rozważamy więcej niż jeden papier wartościowy, a tak jest w analizie portfelowej, istnieje jeszcze jedna istotna wielkość. Jest to współczynnik korelacji między dwoma papierami wartościowymi. Określa on powiązanie między dwoma papierami wartościowymi. Współczynnik korelacji wyznacza się na podstawie następującego wzoru:

$$r_{12} = \frac{\sum_{i=1}^{n} (R_{1i} - R_1) \cdot (R_{2i} - R_2)}{S_1 \cdot S_2}$$

gdzie:

r_{12} – współczynnik korelacji stóp zwrotu dwóch papierów wartościowych oznaczonych jako 1 i 2,

R_{1i} – stopa zwrotu pierwszej akcji w okresie i,

R_1 – oczekiwana stopa zwrotu z pierwszego papieru wartościowego,

S_1 – odchylenie standardowe stopy zwrotu pierwszego papieru wartościowego,

R_{2i} – stopa zwrotu drugiej akcji w okresie i,

R_2 – oczekiwana stopa zwrotu z drugiego papieru wartościowego,

S_2 – odchylenie standardowe stopy zwrotu drugiego papieru wartościowego,

n – liczba wszystkich badanych stóp zwrotu.

Inwestorzy szukają możliwość inwestowania kapitału w papiery wartościowe o wysokim poziomie stopy zwrotu. Jednakże papiery te bardzo często charakteryzują z wysokim poziomem ryzyka. Dla inwestora najbardziej

interesujące są takie inwestycje w których wraz ze wzrostem stopy zwrotu, ryzyko maleje. Takie możliwości ma portfel papierów wartościowych.

Dla portfela papierów wartościowych oczekiwana stopa zwrotu jest sumą ważoną oczekiwanych stóp zwrotu akcji wchodzących w skład portfela i wyznacza się ją z następującego wzoru:

$$R_p = \sum_{i=1}^{N} x_i \cdot R_i , \qquad \sum_{i=1}^{N} x_i = 1,\ 0 \le x_i \le 1 \text{ dla } i = 1,2,...,N$$

gdzie:

R_p – stopa zwrotu z portfela papierów wartościowych składającego się z N akcji,

x_i – udział ceny zakupu *i-tej* akcji spółki w cenie zakupu portfela,

R_i – stopa zwrotu *i-tej* akcji,

N – liczba akcji w portfelu.

W przypadku obliczania ryzyka dla portfela inwestycyjnego, obliczenia są nieco bardziej złożone. Wariancję dla portfela papierów wartościowych wyznacza się używając następującego wzoru:

$$S_p^2 = \sum_{i=1}^{N} x_i^2 \cdot S_i^2 + 2 \cdot \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^{N} x_i \cdot x_j \cdot S_i \cdot S_j \cdot r_{ij}$$

gdzie:

S_p^2 – wariancja portfela papierów wartościowych składającego się z N akcji,

x_i – udział *i-tej* akcji w portfelu,

S_i – odchylenie standardowe *i-tej* akcji,

r_{ij} – współczynnik korelacji *i-tej* akcji z *j-tą* akcją.

Jako miarę ryzyka portfela inwestycyjnego używa się odchylenia standardowego czyli pierwiastka kwadratowego z wariancji.

Portfele efektywne

Portfel inwestycyjny jest efektywny gdy:

- stopa zwrotu jest wyższa niż jakiegokolwiek innego portfela o takim samym poziomie ryzyka,
- poziom ryzyka jest niższy od pozostałych portfeli posiadających taką samą stopę zwrotu.

Zadanie wyboru efektywnego portfela nie jest proste pomimo istnienia teoretycznego rozwiązania. Przy wyborze tym inwestor musi najpierw wybrać papiery wartościowe w które chce inwestować, a następnie ustalić jak podzielić kapitał pomiędzy wybrane udziały. Zadanie to jest dodatkowo utrudnione z tego względu, że zbiór portfeli efektywnych dla zadanego poziomu ryzyka lub stopy zwrotu nie zawsze jest jednoelementowy. Istnieje wówczas więcej niż jedno optymalne rozwiązanie. Dodatkowo pojawia się tutaj problem ekstremów lokalnych.

Automaty komórkowe

Automaty komórkowe to dyskretne modele używane głównie w fizyce, matematyce i teoriach obliczeniowych. Są to struktury takich samych elementarnych automatów komórkowych – nazywanych komórkami – ułożonych w sieć. Zazwyczaj jest ona jedno, dwu lub trójwymiarową kratownicą choć istnieją również inne sposoby ułożenia komórek np. przypominające plaster miodu lub ułożonych jako sąsiadujące ze sobą trójkąty. Liczba wymiarów automatu komórkowego może być większa niż trzy, choć w praktyce takie rozwiązania stosuje się rzadko ze względu na trudność w implementacji takiego modelu i niewielkie korzyści w porównaniu z bardziej typowymi automatami komórkowymi.

W automacie komórkowym każda komórka komunikuje się z przylegającymi do niej sąsiadami. Wyróżnia się dwa rodzaje sąsiedztw: von Neumanna i Moore'a. W pierwszym przypadku jako sąsiad rozumiana jest komórka przylegająca do danej całym bokiem, a w drugim również wierzchołkiem.

Każdy automat komórkowy oprócz swojej struktury oraz typu sąsiedztwa, musi mieć ustalone trzy następujące parametry.

- typ komórek budujących automat komórkowy, co oznacza ustalenie jakiego typu informacje muszą przechowywać elementarne automaty komórkowe,
- wartość początkową każdej komórki,
- funkcję przejścia, która jest algorytmem decydującym jaki będzie stan komórki w obecnej iteracji na podstawie wartości komórek sąsiednich w poprzedniej iteracji.

Najlepiej znanym przykładem automatu komórkowego jest gra „Życie" stworzona przez Johna Conway'a. W grze tej automat komórkowy ma strukturę dwuwymiarowej siatki. Każda komórka otrzymuje stan początkowy: może być aktywna – żywa lub nieaktywna – martwa. W grze tej są ustanowione reguły zachowania się każdej komórki, które mogą doprowadzić do ożywienia danej komórki lub też do jej obumarcia, w zależności od tego jakie wartości mają komórki sąsiednie. Ta gra symuluje środowisko naturalne w którym zwierzęta mogą się rodzić i umierać kiedy nie mają wystarczającej ilości pożywienia.

W automatach komórkowych bardzo proste reguły mogą prowadzić zaskakujących efektów. Efekty końcowe mogą być usystematyzowane następująco:

- automat komórkowy osiąga stabilny stan w którym nic się nie zmienia (wszystkie komórki pozostają w określonym stanie),
- stan automatu zmienia się cyklicznie po określonej ilości iteracji,
- automat komórkowy osiąga chaotyczny stan w którym trudno odnaleźć jakikolwiek porządek,
- w automacie komórkowym pojawiają się stabilne lokalne konfiguracje o długim czasie trwania.

W przypadku zagadnienia doboru składników portfela inwestycyjnego korzystnymi będą rozwiązanie pierwsze (kiedy cały automat wybiera jednolicie ten sam skład portfela) lub czwarte (kiedy automat znajduje więcej niż jeden portfel

efektywny).

Symulacje

Aby znaleźć efektywne portfele inwestycyjne w symulacjach zastosowano następujące realizacje funkcjonowania automatu komórkowego.

Realizacja 1. Automat komórkowy z indywidualną pracą komórek

W tym typie pracy automatu komórkowego wszystkie komórki pracują niezależnie, bez komunikowania się między sobą. Taka sytuacja jest zbliżona do rzeczywistej sytuacji na rynku papierów wartościowych gdzie wszyscy inwestorzy dobierają swoje portfele inwestycyjne niezależnie od siebie i nie wymieniają się informacjami. Wszystkie komórki pracują indywidualnie tak jak niezależni inwestorzy nie powiązani ze sobą.

Krok 1. Wszystkie komórki startują z losowo wybranym składem portfela inwestycyjnego.

Krok 2. Dla wszystkich komórek obliczane są dwie podstawowe charakterystyki portfeli inwestycyjnych: oczekiwana stopa zwrotu i ryzyko.

Krok 3. W kolejnej iteracji dla każdej komórki jest ponownie losowo wybierany skład portfela inwestycyjnego.

Krok 4. Dla nowego portfela jest ponownie obliczana oczekiwana stopa zwrotu oraz ryzyko dla każdej komórki.

Krok 5. Porównywane są dwa portfele: stary – z poprzedniej iteracji i nowy – z obecnej iteracji. Lepszy portfel jest zapisywany jako bieżący skład portfela w komórce.

Krok 6. W kolejnych iteracjach kroki 3–5 są powtarzane aż do uzyskania stabilnego stanu przez cały automat komórkowy.

Realizacja 2. Automat komórkowy z kolektywną pracą komórek

W tym typie pracy automatu komórkowego wszystkie komórki pracują kolektywnie aby znaleźć najefektywniejszy portfel inwestycyjny. Komórki wymieniają się informacjami na temat ich portfeli inwestycyjnych i wybierają najlepszy jako wspólny rezultat.

Ta realizacja odpowiada sytuacji gdy wszyscy inwestorzy są w jednej grupie i pracują razem, by znaleźć najefektywniejszy portfel. Taka sytuacja nie może wystąpić w rzeczywistości, ponieważ wtedy wszyscy inwestorzy inwestowaliby w te same udziały i rynek akcji straciłby stabilność. Pomimo tego, że sytuacja taka nie powinna wystąpić na prawdziwym rynku akcji, można zakładać, że taka realizacja może dać nam najefektywniejszy portfel inwestycyjny.

Krok 1. Wszystkie komórki startują z losowo wybranym składem portfela inwestycyjnego.

Krok 2. Dla wszystkich komórek obliczane są dwie podstawowe charakterystyki portfeli inwestycyjnych: oczekiwana stopa zwrotu i ryzyko.

Krok 3. Każda komórka komunikuje się z sąsiadującymi komórkami w sąsiedztwie Moore'a lub von Neumanna.

Krok 4. Jeżeli w przyległej komórce znajduje się bardziej efektywny portfel inwestycyjny (z wyższym poziomem oczekiwanej stopy zwrotu lub z niższym poziomem ryzyka), wówczas dana komórka przyjmuje lepszy skład portfela, w przeciwnym razie zachowuje poprzedni skład portfela.
Krok 5. W kolejnych iteracjach kroki 3 i 4 są powtarzane aż do uzyskania stabilnego stanu przez cały automat komórkowy.

Realizacja 3. Automaty komórkowe z kolektywną pracą komórek i mutacjami

W tej realizacji pracy automatu komórkowego wszystkie komórki pracują kolektywnie by znaleźć najbardziej efektywny portfel inwestycyjny. Jest to modyfikacja poprzedniej realizacji. Po każdej iteracji losowo wybrane komórki mają szansę znaleźć bardziej efektywny portfel poprzez wylosowanie nowego składu portfela – to działanie nazwijmy mutacją. Jeśli wylosowany portfel jest bardziej efektywny od poprzedniego, wówczas komórka go przyjmuje, jeśli nie, pozostawia poprzednią wersję.

Odzwierciedleniem takiej realizacji w rzeczywistości była by sytuacja w której wszyscy inwestorzy pracowaliby razem (kolektywnie) w jednej grupie wymieniając informacje ale jednocześnie część inwestorów poszukiwałaby nowych, bardziej efektywnych portfeli inwestycyjnych.
Krok 1. Wszystkie komórki startują z losowo wybranym składem portfela inwestycyjnego.
Krok 2. Dla wszystkich komórek obliczane są dwie podstawowe charakterystyki portfeli inwestycyjnych: oczekiwana stopa zwrotu i ryzyko.
Krok 3. Każda komórka komunikuje się z sąsiadującymi komórkami w sąsiedztwie Moore'a lub von Neumanna.
Krok 4. Jeżeli w przyległej komórce znajduje się bardziej efektywny portfel inwestycyjny (z wyższym poziomem oczekiwanej stopy zwrotu lub z niższym poziomem ryzyka), wówczas dana komórka przyjmuje lepszy skład portfela, w przeciwnym razie zachowuje poprzedni skład portfela.
Krok 5. Przed kolejną iteracją część komórek (np. 5% wszystkich komórek) otrzymuje nowy losowo wybrany skład portfela. Oba portfele są porównywane: stary z obecnej iteracji i nowy – właśnie wylosowany. Bardziej efektywny skład portfela jest wpisywany do danej komórki.
Krok 6. W kolejnych iteracjach kroki 3 – 5 są powtarzane aż do uzyskania stabilnego stanu przez cały automat komórkowy.

Realizacja 4. Automaty komórkowe z kolektywną i indywidualną pracą komórek

W tej realizacji pracy automatu komórkowego wszystkie komórki pracują naprzemiennie kolektywnie i indywidualnie by znaleźć najbardziej efektywny portfel inwestycyjny. Pierwsza iteracja jest taka jak w realizacji 2, a kolejna jak w realizacji 1. Taka kombinacja kolektywnej i indywidualnej pracy daje szansę znalezienia najbardziej efektywnego portfela.

Ta sytuacja odpowiada rzeczywistej sytuacji gdy wszyscy inwestorzy pracowali by kolektywnie oraz indywidualnie jednocześnie. Wymienialiby oni informacje ze sobą ale jednocześnie sami szukali lepszych rozwiązań. Realizacja ta

przypomina poprzednią, tylko w bieżącej realizacji wszystkie komórki poddawane są mutacji, a nie tylko ich część tak jak w poprzedniej realizacji.
Krok 1. Wszystkie komórki startują z losowo wybranym składem portfela inwestycyjnego.
Krok 2. Dla wszystkich komórek obliczane są dwie podstawowe charakterystyki portfeli inwestycyjnych: oczekiwana stopa zwrotu i ryzyko.
Krok 3. Każda komórka komunikuje się z sąsiadującymi komórkami w sąsiedztwie Moore'a lub von Neumanna.
Krok 4. Jeżeli w przyległej komórce znajduje się bardziej efektywny portfel inwestycyjny (z wyższym poziomem oczekiwanej stopy zwrotu lub z niższym poziomem ryzyka), wówczas dana komórka przyjmuje lepszy skład portfela, w przeciwnym razie zachowuje poprzedni.
Krok 5. W kolejnym kroku wszystkie komórki otrzymują nowy losowo wybrany skład portfela. Oba portfele są porównywane: stary z obecnej iteracji i nowy – właśnie wylosowany. Bardziej efektywny skład portfela jest wpisywany do danej komórki.
Krok 6. W kolejnych iteracjach kroki 3 – 5 są powtarzane aż do uzyskania stabilnego stanu przez cały automat komórkowy.

Realizacja 5. Automaty komórkowe z kolektywną pracą komórek i kombinacją portfeli inwestycyjnych

W tej realizacji pracy automatu komórkowego wszystkie komórki pracują kolektywnie aby znaleźć najbardziej efektywny portfel inwestycyjny. Komórki wymieniają się informacjami na temat składu portfeli inwestycyjnych i w rezultacie powstają nowe portfele będące kombinacją dwóch portfeli.

Ta realizacja procesu doboru portfela inwestycyjnego przypomina realizację 2 ponieważ wszyscy inwestorzy pracują kolektywnie w jednej grupie. Różnica pomiędzy tymi dwoma realizacjami polega na tym, że inwestorzy nie pobierają lepszego portfela od swojego sąsiada ale szukają go poprzez wymieszanie tych dwóch portfeli. Ten algorytm postępowania może prowadzić do ominięcia problemu lokalnych ekstremów.
Krok 1. Wszystkie komórki startują z losowo wybranym składem portfela inwestycyjnego.
Krok 2. Dla wszystkich komórek obliczane są dwie podstawowe charakterystyki portfeli inwestycyjnych: oczekiwana stopa zwrotu i ryzyko.
Krok 3. Każda komórka komunikuje się z sąsiadującymi komórkami w sąsiedztwie Moore'a lub von Neumanna.
Krok 4. Jeżeli w przyległej komórce znajduje się bardziej efektywny portfel inwestycyjny (z wyższym poziomem oczekiwanej stopy zwrotu lub z niższym poziomem ryzyka), wówczas dana komórka otrzymuje kombinację obu portfeli. Jeśli w jej otoczeniu nie ma bardziej efektywnych portfeli wówczas komórki zostają przy poprzedniej kombinacji portfela. Jeśli portfel się zmienił wówczas są dla niego obliczane nowe wartości jego charakterystyk (oczekiwanej stopy zwrotu i ryzyka).
Krok 5. W kolejnych iteracjach kroki 3 i 4 są powtarzane aż do uzyskania

stabilnego stanu przez cały automat komórkowy.

Realizacja 6. Automaty komórkowe z kolektywną pracą komórek, kombinacją portfela inwestycyjnego i mutacjami

W tej realizacji pracy automatu komórkowego wszystkie komórki pracują kolektywnie aby znaleźć najbardziej efektywny portfel inwestycyjny. Komórki wymieniają się informacją na temat swoich portfeli i jako rezultat otrzymują kombinację dwóch portfeli. Po każdej iteracji pewna część losowo wybranych komórek ma szansę znaleźć bardziej efektywny portfel poprzez wylosowanie nowych wartości startowych. Jeśli nowy skład portfela jest lepszy, wówczas komórka go przyjmuje, w przeciwnym razie pozostawia swój poprzedni portfel.

Ta realizacja jest podobna do realizacji 3 ale z algorytmem z realizacji 5. Wszyscy inwestorzy pracują kolektywnie wymieniając między sobą informacje, a jednocześnie niektórzy z nich poszukują nowych, bardziej efektywnych portfeli inwestycyjnych.

Krok 1. Wszystkie komórki startują z losowo wybranym składem portfela inwestycyjnego.

Krok 2. Dla wszystkich komórek obliczane są dwie podstawowe charakterystyki portfeli inwestycyjnych: oczekiwana stopa zwrotu i ryzyko.

Krok 3. Każda komórka komunikuje się z sąsiadującymi komórkami w sąsiedztwie Moore'a lub von Neumanna.

Krok 4. Jeżeli w przyległej komórce znajduje się bardziej efektywny portfel inwestycyjny (z wyższym poziomem oczekiwanej stopy zwrotu lub z niższym poziomem ryzyka), wówczas dana komórka otrzymuje kombinację obydwu portfeli. Jeśli w jej otoczeniu nie ma bardziej efektywnych portfeli wówczas komórki zostają przy poprzedniej kombinacji portfela. Jeśli skład portfela się zmienił wówczas są dla niego obliczane nowe wartości jego charakterystyk (oczekiwana stopa zwrotu i ryzyko).

Krok 5. Przed kolejną iteracją część komórek (np. 5% wszystkich komórek) otrzymuje nowy losowo wybrany skład portfela. Następnie jest on porównywany z poprzednim i bardziej efektywny portfel jest wpisywany jako bieżący do danej komórki.

Krok 6. W kolejnych iteracjach kroki 3 – 5 są powtarzane aż do uzyskania stabilnego stanu przez cały automat komórkowy.

Realizacja 7. Automaty komórkowe z kolektywną i indywidualną pracą komórek i kombinacją portfela inwestycyjnego

W tej realizacji pracy automatu komórkowego wszystkie komórki pracują kolektywnie aby znaleźć najbardziej efektywny portfel inwestycyjny. Komórki wymieniają się informacją na temat swoich portfeli i jako rezultat otrzymują kombinację dwóch portfeli. Po takim procesie wszystkie komórki otrzymują nowy losowo wybrany skład portfela. Oba portfele są porównywane i bardziej efektywny staje się bieżącym portfelem dla danej komórki.

Pierwsza iteracja jest taka jak w realizacji 5, a kolejna taka jak w realizacji 1. Taka kombinacja kolektywnej i indywidualnej pracy daje możliwość znalezienia najefektywniejszego portfela inwestycyjnego.

Odzwierciedleniem takiej realizacji w rzeczywistości była by sytuacja w której wszyscy inwestorzy pracowali zgodnie z algorytmem z realizacji 4, jednocześnie stosując algorytm z realizacji 5. Szukaliby oni efektywnych portfeli inwestycyjnych kolektywnie, wymieniając się informacjami i tworząc kombinacje jeśli są one korzystne, a jednocześnie sami poszukiwaliby lepszych rozwiązań.

Krok 1. Wszystkie komórki startują z losowo wybranym składem portfela inwestycyjnego.

Krok 2. Dla wszystkich komórek obliczane są dwie podstawowe charakterystyki portfeli inwestycyjnych: oczekiwana stopa zwrotu i ryzyko.

Krok 3. Każda komórka komunikuje się z sąsiadującymi komórkami w sąsiedztwie Moore'a lub von Neumanna.

Krok 4. Jeżeli w przyległej komórce znajduje się bardziej efektywny portfel inwestycyjny (z wyższym poziomem oczekiwanej stopy zwrotu lub z niższym poziomem ryzyka), wówczas dana komórka otrzymuje kombinację obydwu portfeli. Jeśli w jej otoczeniu nie ma bardziej efektywnych portfeli wówczas komórki zostają przy poprzedniej kombinacji portfela. Jeśli portfel się zmienił wówczas są dla niego obliczane nowe wartości jego charakterystyk (oczekiwana stopa zwrotu i ryzyko).

Krok 5. Przed kolejną iteracją wszystkie komórki otrzymują nowy losowo wybrany skład portfela. Następnie jest on porównywany z poprzednim i bardziej efektywny portfel jest wpisywany jako bieżący do danej komórki.

Krok 6. W kolejnych iteracjach kroki 3 – 5 są powtarzane aż do uzyskania stabilnego stanu przez cały automat komórkowy.

Symulacja

W celu przeprowadzenia symulacji dla wszystkich spółek giełdowych notowanych na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie wyznaczono ich dwie podstawowe charakterystyki: oczekiwaną stopę zwrotu i odchylenie standardowe. Z tych wszystkich spółek wybrano 10, które były potencjalnie najbardziej atrakcyjne dla inwestorów, czyli takie które miały wysoki poziom oczekiwanej stopy zwrotu i jednocześnie niski poziom odchylenia standardowego. Do symulacji użyto historycznych notowań akcji od 1 czerwca 2005 roku do 1 czerwca 2006 roku. W poniższej tabeli znajdują się wybrane spółki giełdowe oraz ich charakterystyki.

Tablica 1. Spółki giełdowe użyte w symulacjach.

Nazwa	Skrót	R – oczekiwana stopa zwrotu	S – odchylenie standardowe
APATOR	APT	0,003516	0,018642
CCC	CCC	0,004572	0,023365
COMARCH	CMR	0,003670	0,019663
ECHO	ECH	0,004241	0,020802
GRAAL	GRL	0,003462	0,023115

KRUK	KRK	0,004244	0,022407
RAFAKO	RFK	0,003134	0,022533
TELL	TEL	0,003375	0,019322
WAWEL	WWL	0,003910	0,014315
ZELMER	ZLR	0,003237	0,022786

Symulacje przeprowadzono w autorskiej aplikacji napisanej w Borland C++ Builder. W symulacjach tych użyto dwuwymiarowego automatu komórkowego z 10 000 komórek (100 rzędów komórek w pionie i poziomie). Użyto portfeli dwuelementowych. Symulacje przeprowadzono dla sąsiedztw Moore'a i von Neumanna ale z powodu niewielkich rozbieżności w wynikach w poniższym opracowaniu przedstawiono wyniki symulacji dla sąsiedztwa Moore'a. Celem symulacji było uzyskanie przez cały automat stabilnego stanu. W przypadku pierwszej realizacji algorytmu doboru portfela inwestycyjnego cel ten nie został osiągnięty. We wszystkich pozostałych realizacjach cały automat dał taki sam skład portfela. Symulacje powtarzano wielokrotnie (liczbą iteracji przekraczała w niektórych realizacjach 1000 000 iteracji). Składy portfeli w komórkach zmieniały się jeśli nowe propozycje były bardziej efektywne niż bieżący skład portfela.

Tablica 2. Rezultaty przeprowadzonych symulacji

Numer realizacji	Skład portfela inwestycyjnego	R – oczekiwana stopa zwrotu z portfela	S – odchylenie standardowe portfela
Realizacja 1	Automat komórkowy nie uzyskał stabilnego stanu (w komórkach były różne składy portfeli inwestycyjnych)		
Realizacja 2	ECH*92% +GRL*8%	0,004178	0,019407
Realizacja 3	ECH*29% +CCC*71%	0,004476	0,018039
Realizacja 4	CCC*97% +GRL*3%	0,004538	0,022722
Realizacja 5	RFK*14% +CCC*86%	0,004371	0,020787
Realizacja 6	APT*14% +CCC*86%	0,004424	0,020441
Realizacja 7	CCC*69% +ECH*31%	0,004469	0,017771

W realizacjach 2–7 prawie każde powtórzenie symulacji dawało inne wyniki. Czasami automat komórkowy znajdywał dwa portfele o równych wielkościach charakterystyk. Ponieważ oba te portfele były równie efektywne, tworzyły one „plamy" jednego portfela otoczonego przez drugi.

W tabeli 2 umieszczone zostały przykładowe wyniki symulacji. Wśród tych wyników symulacja realizacji 4 dała najwyższy spodziewany zysk a realizacja 7 miała najniższy poziom ryzyka.

Wnioski

W symulacjach realizacji 1, automat komórkowy nie uzyskał stabilnego stanu więc realizacja ta była najgorszym rozwiązaniem. W symulacjach realizacji 2–7 automat komórkowy zawsze odnajdywał co najmniej jeden efektywny portfel inwestycyjny. W realizacjach tych komórki imitujące inwestorów pracowały kolektywnie, wspólnie szukając najlepszego rozwiązania.

Przeprowadzone symulacje potwierdziły tezę, że automaty komórkowe potrafią wybrać efektywny portfel inwestycyjny, bazując na klasycznym modelu Markowitz'a doboru portfela inwestycyjnego.

Literatura

1. Grabara J., Ewolucyjny charakter systemów informacyjnych na przykładzie informatycznego wspomagania logistyki odwrotnej, w: Informatyka w gospodarce globalnej. Problemy i metody, tom 1 , Redakcja Kisielnicki J., Grabara J., Nowak J., 2003
2. Grabara J., Jelonek D., Systemy wspomagania decyzji jako obszar zastosowań multimediów, w: Krajowa konferencja "Multimedia w Biznesie", Materiały Konferencyjne, Częstochowa 1999
3. Gręboszj., Symfonia C++. Programowanie w języku C++ orientowane obiektowo, Oficyna Kalllimach, Kraków, 2000
4. Haugen R., Nowa nauka o finansach, WIG-Press, Warszawa, 1999
5. Hopfield J. J., Neural networks and physical systems with emergent collective computational abilities, Biophysics, USA, Vol. 79, April, 1982
6. Kułakowski K., Automaty komórkowe, OEN AGH, Kraków, 2000
7. Markowitz H., Portfolio selection, Journal of Finance, 1952
8. Markowitz H., Portfolio selection: efficient diversification of investments, Waley, 1959
9. Tao Zhou, Pei-Ling Zhou, Bing-Hong Wang, Zi-Nan Tang, Jun Liu, Modeling Stock Market Based On Genetic Cellular Automata, International Journal of Modern Physics B: Condensed Matter Physics, Statistical Physics, Applied Physics, 2004, Vol. 18, Issue 17-19
10. Tarczyński W., Fundamentalny portfel papierów wartościowych, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa, 2002
11. Ulfik Agnieszka, Rozdział IX. Automaty komórkowe jako narzędzie do konstruowania portfela inwestycyjnego, [w:] Informatyka w bankowości i finansach, Redakcja F. Marecki, J. K. Grabara, PTI, Katowice, 2005
12. Yi-ming Wei, Shang-jun Ying, Ying Fan, Bing-Hong Wang, "The cellular automaton model of investment behavior in the stock market", Physica A 325, Elsevier, 2003

ROZDZIAŁ XXII

ESTYMACJA I WERYFIKACJA PARAMETRÓW ROZKŁADÓW A-STABILNYCH DLA STÓP ZWROTU STÓP PROCENTOWYCH WIBOR

Wioletta SKRODZKA

Wstęp

Fundamentem prawidłowej oceny ryzyka bankowego jest dokonanie analizy środowiska makroekonomicznego, w którym funkcjonuje instytucja finansowa. Przedmiotem szczególnego zainteresowania instytucji bankowych jest kształtowanie się rynkowych stóp procentowych w czasie, parametrów rozkładu ich zmienności oraz kształt krzywej dochodowości. Prawidłowa ocena powyższych zagadnień ma istotne znaczenie w kontekście wyboru strategii zarządzania ryzykiem stopy procentowej oraz metody jego pomiaru.

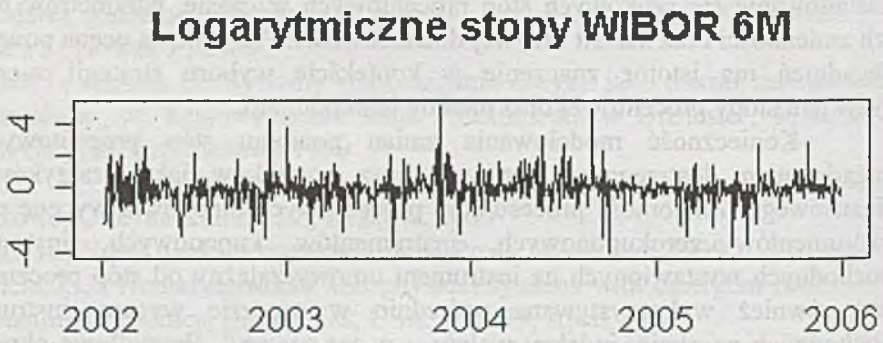
Konieczność modelowania zmian poziomu stóp procentowych jest zagadnieniem dostrzeganym zarówno przez teoretyków, jak i praktyków rynku finansowego. Znajomość procesu stóp procentowych umożliwia wycenę prostych instrumentów zerokuponowych, instrumentów kuponowych, instrumentów pochodnych wystawionych na instrument umowy zależny od stóp procentowych, jest również wykorzystywana pośrednio w procesie wyceny instrumentów pochodnych na akcje, indeksy waluty, czy też towary[1]. Prawidłowe określenie i wyznaczenie parametrów modelu stóp procentowych umożliwia uzyskanie wyższych dochodów i przede wszystkim skuteczniejsze zarządzanie ryzykiem, w tym jego pomiar.

Empiryczne własności szeregów stóp zwrotu stóp procentowych

W tej części artykułu zbadano statystyczne własności szeregów czasowych stóp procentowych. Badania przeprowadzono w oparciu o średnie dzienne notowania stóp procentowych WIBOR notowanych na rynku międzybankowym.

Dla rozważanych szeregów czasowych stóp procentowych WIBOR obliczono logarytmiczne, dzienne stopy zwrotu. Wykres 1. prezentuje stopy oraz logarytmiczne stopy zwrotu WIBOR 6M w okresie badawczym.

[1] Dzieje się tak w sytuacji, gdy zakłada się, iż wolna od ryzyka stopa procentowa nie jest stała. Por. P. Wilmott: Derivatives. Theory and Practice of Financial Engineering. Willey & Sons , Chichester, 1999.



Wykres 1. Stopy oraz logarytmiczne stopy zwrotu WIBOR 6M w okresie 02.01.2001 – 30.12.2005
Źródło: Obliczenia własne w programie R: Version 2.2.0.

Następnie wyznaczono podstawowe charakterystyki ich rozkładów, które zaprezentowano w poniższych tablicach 1. i 2.

Tablica 1. Statystyki opisowe dla dziennych notowań stóp procentowych WIBOR

Statystyka	Stopy procentowe WIBOR							
	O/N	T/N	1W	1M	3M	6M	9M	1R
Średnia	9.5533	9.7110	9.6878	9,5897	9.2878	9.1134	9.0277	8.9829
Odchylenie standardowe	5.1096	5.1135	4.8878	4,7932	4.3878	4.1717	4.0570	3.9988
Skośność	0.99817	0.94615	0.96558	0,86705	0.95358	0.97162	0.98282	0.99131
Kurtoza	2.77379	2.54097	2.45721	2,22631	2.45876	2.53358	2.87753	2.61678
Minimum	3.9600	4.1100	4.8766	5,0000	5.1000	4.9900	4.9100	4.8300
Maksimum	31.140	26.170	20.9149	20,500	19.480	19.260	18.810	18.640
Liczba obserwacji	986	986	986	986	986	986	986	986

Źródło: Obliczenia własne z wykorzystaniem pakietu PcGive

Tablica 2. Statystyki opisowe dla logarytmicznych dziennych stóp zwrotu stóp procentowych WIBOR

Statystyka	Logarytmiczne stopy zwrotu stóp procentowych WIBOR							
	O/N	T/N	1W	1M	3M	6M	9M	1R
Średnia	-0,10641	-0,10690	-0,10841	-0,07685	-0.10730	-0,10510	-0,10215	-0,10064
Odchylenie standardowe	9,0777	6,6906	2,7539	2,6186	0,82178	0,77820	0,77360	0.79791
Skośność	0,56844	0,50374	0,65942	0,50694	0,30604	0,40435	0,70097	1,0594
Kurtoza	14,420	13,374	13,763	13,678	13,746	10,8204	11,9626	11,8777
Minimum	-57,536	-48,307	-18,242	-18,242	-5,3792	-4,665	-4,4267	-3,6965
Maksimum	77,148	47,584	17,961	17,961	6,5402	5,0402	5,3049	5,5752
Liczba obserwacji	985	985	985	985	985	985	985	985

Źródło: Obliczenia własne z wykorzystaniem pakietu PcGive

Analiza wyników wskazuje, że w rozważanym okresie większość inwestycji opartych na rynkowych stopach procentowych przynosiła stratę, przy czym najwięcej można było stracić na WIBOR 1W (średnio aż 0,10841% zainwestowanego kapitału w ciągu 1 dnia) a najmniej na WIBOR 1M (średnio 0,07685% zainwestowanego kapitału w ciągu 1 dnia).

Zamieszczone oceny parametrów skośności dla rozkładów stóp zwrotu stóp procentowych WIBOR wskazują na prawostronną asymetrię[2]. Porównanie ocen parametru kurtozy z wielkością odpowiadającą rozkładowi normalnemu nasuwa wniosek, iż w przypadku wszystkich rozważanych stóp procentowych WIBOR rozkłady ich stóp zwrotu są leptokurtyczne. Oznacza to silniejszą niż w przypadku rozkładu normalnego koncentrację empirycznych stóp zwrotu wokół oczekiwanej stopy zwrotu oraz większą liczbę obserwacji nietypowych pochodzących z lewego bądź prawego ogona rozkładu. Zjawisko to określane jest mianem „grubych ogonów rozkładu". Powyższe własności świadczą o istotnych różnicach pomiędzy hipotetycznym rozkładem normalnym a empirycznym rozkładem stóp zwrotu rozważanych stóp procentowych WIBOR.

Estymacja i weryfikacja parametrów rozkładów α-stabilnych dla stóp zwrotu stóp procentowych WIBOR

Szeregi stóp zwrotu stóp procentowych WIBOR charakteryzują się cechami danych o wysokiej częstotliwości z analogicznych, wysoko rozwiniętych rynków pieniężnych. Można zaobserwować zarówno efekt grupowania wariancji, „grubych ogonów" rozkładu, leptokurtyczność, skośność, autokorelację stóp zwrotu oraz kwadratów stóp zwrotu. Uzasadnione jest, zatem wykorzystanie, do modelowania stóp zwrotu stóp procentowych WIBOR, rozkładów innych niż rozkład normalny. Dotyczy to w szczególności rozkładów α-stabilnych. Charakteryzują się one jednomodalnością, mogą być skośne i mogą posiadać „grube ogony". Biorąc pod uwagę już tylko te cechy, można wysunąć hipotezę, że rozkłady stabilne o współczynniku $\alpha < 2$ i $\beta \neq 0$ będą lepiej dopasowywać się do rozkładów empirycznych stóp zwrotu stóp procentowych WIBOR niż rozkład normalny. Rozkłady α-stabilne definiuje następująca funkcja charakterystyczna[3]:

$$\log \phi(t) = \begin{cases} i\mu t - \sigma^{\alpha}|t|^{\alpha}\left(1 - i\beta sign(t)\tan\frac{\pi\alpha}{2}\right), \alpha \neq 1 \\ i\mu t - \sigma|t|\left(1 + i\beta\frac{2}{\pi}sign(t)\ln|t|\right), \alpha = 1 \end{cases} \quad (1)$$

[2] Parametr skośności dla wszystkich rozkładów symetrycznych, w tym i dla rozkładu normalnego, jest równy zero.

[3] Por. G. Samorodnitsky, M.S. Taqqu: Stable Non-Gaussian Random Processes. 1994, Chapman &Hall; D.Papla, K. Piontek: Zastosowanie rozkładów α-stabilnych i funkcji powiązan (copula) w obliczaniu wartości zagrożonej (VaR)., Akademia Ekonomiczna weWrocławiu. Dynamiczne Modele Ekonometryczne, 2005.

gdzie:
$\alpha \in (0;2]$- współczynnik stabilności,
$\beta \in [-1,1]$- parametr skośności,
$\sigma>0$ – parametr skali (rozproszenia),
$\mu \in R$- parametr położenia.

Brak jawnej postaci funkcji gęstości, poza trzema przypadkami – rozkładem normalnym, rozkładem Cauchy'ego i rozkładem Levy'ego, utrudnia estymację parametrów rozkładów stabilnych. Wiele tradycyjnych metod, łącznie z metodą największej wiarygodności nie może być w prosty sposób transponowana na przypadek stabilny.
Najprostszą metodą estymacji indeksu ogona jest graficzna obserwacja prawego ogona dystrybuanty (1-F(x)) w skali podwójnie logarytmicznej.

Zgodne estymatory wszystkich czterech parametrów zaproponował w 1986r McCulloch[4]. Idea tej metody opiera się na analizie kwantyli rozkładów stabilnych. Metoda McCullocha zwana jest często metodą kwantylową.
Niech υ_α i υ_β nie zależą od σ ani od μ oraz

$$\upsilon_\alpha = \frac{x_{0,95} - x_{0,05}}{x_{0,75} - x_{0,25}} \tag{2}$$

$$\upsilon_\beta = \frac{x_{0,95} + x_{0,05} - 2x_{0,50}}{x_{0,95} - x_{0,05}} \tag{3}$$

Gdy $\hat{\upsilon}_\alpha$ i $\hat{\upsilon}_\beta$ będą odpowiadającymi wartościami próbkowymi otrzyma się zgodne estymatory υ_α i υ_β. υ_α i υ_β są funkcjami zależnymi od α i β. Po odwróceniu relacji parametry α i β można traktować jako funkcje zależne od υ_α i υ_β, gdzie:
$\alpha = \psi_1(\upsilon_\alpha , \upsilon_\beta)$
$\beta = \psi_2(\upsilon_\alpha , \upsilon_\beta)$.

Zastępując υ_α i υ_β przez ich wartości próbkowe otrzymuje się estymatory $\hat{\alpha}$ i $\hat{\beta}$. Wartości $\psi_1(\upsilon_\alpha , \upsilon_\beta)$ i $\psi_2(\upsilon_\alpha , \upsilon_\beta)$ zostały stablicowane przez McCullocha. Podczas szacowania $\hat{\alpha}$ i $\hat{\beta}$ należy dokonać interpolacji liniowej odpowiednich wartości z tablicy. W analogiczny sposób można wyestymować parametry skali σ i przesunięcia μ. Należy zaznaczyć, że metoda MacCullocha ograniczona jest do wartości $\alpha \geq 0,6$.

Jedną z bardziej popularnych metod estymacji parametrów, często stosowaną w przypadku modeli różnego typu, jest metoda największej wiarygodności – MNW (maximum likelihood ML). Została ona wprowadzona w 1940 roku przez Lawleya[5].

---

[4] J.H. McCulloch: Simple Consistent Estimators of Stable Distribution Parameters., Commun. Statist.-Simula.. 15(1986)., s. 1109-1136.
[5] D.N. Lawley: The estimation of factor loadings by the method of maximum likelihood. Proceedings of the Royal Society of Edinburgh 1940, Series A.

Rozważa się eksperyment, w wyniku którego otrzymuje się n niezależnych obserwacji $X_1, ..., X_n$ zmiennej losowej X o rozkładzie uzależnionym od pewnego parametru $\theta \in R^k$. Przez p_0 oznacza się odpowiednio gęstość[6] rozkładu prawdopodobieństwa zmiennej losowej X. Funkcję:

$$L(X_1,..., X_n, \theta) = p_\theta(X_1)...p_\theta(X_n) \quad (4)$$

nazywa się funkcją wiarygodności rozważanego eksperymentu[7].

Na mocy zasady największej wiarygodności jako estymator parametru θ na podstawie próby prostej $X_1, ..., X_n$ należy przyjąć takie $\hat{\theta}$, dla którego funkcja wiarygodności $L(X_1,..., X_n, \theta)$ osiąga największą wartość. Otrzymany tą metoda estymator $\hat{\theta} = \hat{\theta}(X_1,..., X_n)$ jest estymatorem największej wiarygodności.

Zauważa się, że funkcja wiarygodności L osiąga maksimum dokładnie dla tych samych wartości parametru θ, co funkcja lnL. Z przyczyn numerycznych łatwiej jest poszukiwać ekstremum logarytmu funkcji. Metoda największej wiarygodności może być stosowana do estymacji parametrów modeli o różnej strukturze, mających addytywny składnik losowy o założonym a priori typie rozkładu[8]. Literatura przedmiotu prezentuje ML różniące się między sobą wyborem algorytmu aproksymującego. Jednak wszystkie one mają wspólną cechę. Otrzymane w wyniku zasady największej wiarygodności estymatory są zgodne, asymptotycznie nieobciążone i efektywne[9].

W niniejszym artykule do estymacji parametrów rozkładów stabilnych użyto programu STABLE autorstwa J. Nolana wersja 3.04. Użyto metodę estymacji kwantylowej i metodę największej wiarygodności. Do estymacji posłużył zbiór danych od 01.01. 2001 do 31.12.2005 z międzybankowego rynku pieniężnego pochodzących z serwisu Reuters Polska (http:// www. reuters.com/). Jako długość ruchomego okna przyjęto 250 notowań[10]. Jest to długość okresu uwzględniana przez KNB w definiowaniu stref jakości modelu VaR dla instytucji bankowych. Estymacja parametrów rozkładów α-stabilnych dokonywana była co 10 dni sesyjnych (raz na dwa tygodnie kalendarzowe). W wyniku takiego działania uzyskano 95-elementowe szeregi czasowe westymowanych wartości parametrów dla każdego instrumentu.

W przypadku zastosowania metody największej wiarygodności przyjęto następujące ograniczenia:

- $\alpha > 0.5$;
- gdy $\alpha < 0.8$ następuje zamiana na metodę kwantylową;
- gdy $\alpha \in [0,993 ; 1]$ przyjmuje się $\alpha=1$;
- gdy $\alpha \in [1 ; 1,007]$ przyjmuje się $\alpha=1,007$.

---

[6] W przypadku, gdy zmienna losowa jest typu skokowego rozważa się funkcję rozkładu prawdopodobieństwa.

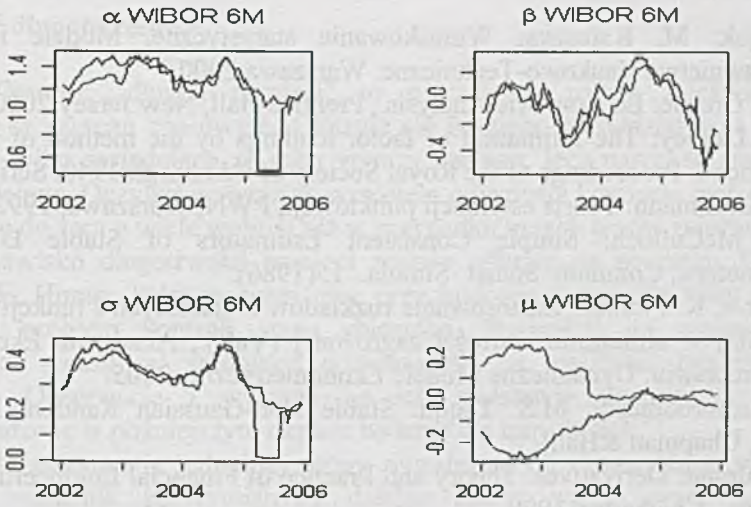
[7] Por. L.Gajek, M. Kałuszka: Wnioskowanie statystyczne. Modele i metody. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne. Warszawa 2000, s. 88-89.

[8] Por. W.H. Greene: Econometric Analysis., Prentice Hall, New Jersey 2000.

[9] Por. E.L. Lechmann: Teoria estymacji punktowej., PWN, Warszawa, 1992.

[10] Średnio przyjęta ilość notowań w ciągu roku.

Wynikają one z trudności natury numerycznej przy obliczaniu gęstości i dystrybuanty rozkładu α-stabilnego zarówno w przypadku, gdy $\alpha > 0.5$ jak i gdy jest bliskie jedności.
Wyniki estymacji dla stóp zwrotu stóp procentowych WIBOR 6M przedstawiono na wykresie 2.



Wykres 2.Wyestymowane parametry α, β, σ, μ. dla stóp zwrotu stóp procentowych WIBOR 6M w okresie od 01.01. 2001 do 31.12.2005. Długość ruchomego okna 250 notowań
Źródło: Wyliczenia własne w programie STABLE autorstwa J. Nolan werjsa 3.04

Linia czerwona oznacza estymację metodą kwantylową, linia czarna metodą największej wiarygodności. W większości przypadków wyestymowane poszczególnymi metodami parametry poruszają się w tych samych przedziałach wartości. Wyjątek stanowi parametr położenia μ, którego wartości wyliczone metodą kwantylową różnią się co do znaku w stosunku do metody największej wiarygodności. Uwagę zwracają również duże różnice oszacowań prawie wszystkich parametrów pomiędzy wyróżnionymi podpróbami, co pośrednio świadczy o zmianie mechanizmów rynkowych w poszczególnych podokresach. W przypadku każdego z instrumentów WIBOR wyestymowana wartość współczynnika kształtu α jest mniejsza od 2, co oznacza występowanie „grubych ogonów".

Podsumowanie

Wyniki powyższe wskazują, iż stosowanie rozkładu normalnego do przybliżania empirycznego rozkładu stóp zwrotu stóp procentowych WIBOR może prowadzić do obciążenia wyniku. W przypadku niektórych instrumentów zaobserwowano występowanie pewnych anomalii w procesie estymacji

parametrów α i σ metodą ML. Wiąże się to z sytuacją, gdy wartość wyestymowanego parametru α jest mniejsza niż 0.8. Wówczas proces estymacji ulega załamaniu. W badaniach zastosowano wówczas przejście na metodologię estymacji kwantylowej.

Literatura

1. L.Gajek, M. Kałuszka: Wnioskowanie statystyczne. Modele i metody. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne. Warszawa 2000
2. W.H. Greene: Econometric Analysis., Prentice Hall, New Jersey 2000
3. D.N. Lawley: The estimation of factor loadings by the method of maximum likelihood. Proceedings of the Royal Society of Edinburgh 1940, Series A.
4. E.L. Lechmann: Teoria estymacji punktowej., PWN, Warszawa, 1992.
5. J.H. McCulloch: Simple Consistent Estimators of Stable Distribution Parameters., Commun. Statist.-Simula.. 15(1986).
6. D.Papla, K. Piontek: Zastosowanie rozkładów α-stabilnych i funkcji powiązan (copula) w obliczaniu wartości zagrożonej (VaR)., Akademia Ekonomiczna weWrocławiu. Dynamiczne Modele Ekonometryczne, 2005.
7. G. Samorodnitsky, M.S. Taqqu: Stable Non-Gaussian Random Processes. 1994, Chapman &Hall;
8. P. Wilmott: Derivatives. Theory and Practice of Financial Engineering. Willey & Sons , Chichester, 1999.

ROZDZIAL XXIII

ANALIZA DŁUGOZASIĘGOWA W PROCESACH GIEŁDOWYCH

Agnieszka MAŁOTA, Janusz SZOPA

1. Pamięć długookresowa

Własność „długiej pamięci" to specyficzny rodzaj zależności jakie występują w szeregu czasowym. Okazuje się bowiem, że oddziaływać mogą na siebie nie tylko sąsiadujące ze sobą wyrazy szeregu, lecz nawet te znacznie od siebie oddalone. Oczywiście wraz ze wzrostem odległości korelacje maleją, jednak zbliżają się do zera o wiele wolniej niż w przypadku innych typów zależności.[1]

Zjawisko długotrwałej pamięci zostało odkryte na początku XX wieku przez H. E. Hursta, który podczas prac przy budowie zapory na Nilu, próbował rozwiązać problem kontroli stanu zbiornika. Stwierdził, że wahania wody w zbiorniku wokół jej średniego poziomu nie są realizacją procesu czysto losowego. Obserwacje i wysnute na ich podstawie wnioski potwierdziły przeprowadzone w późniejszym okresie badania dla innych rzek.[2]

Dla otrzymania jednolitej miary niezależnej od czasu, Hurst postanowił stworzyć wskaźnik bezwymiarowy dzieląc zakres wahań przez odchylenie standardowe obserwacji. Dlatego też ten rodzaj analizy określa się mianem analizy przeskalowanego zakresu, w skrócie analizą R/S.[3] Narzędzie to obok innych metod pozwala na stwierdzenie czy dany szereg czasowy ma „długą pamięć".

2. Procedura obliczeń dla wykładnika Hursta

Algorytm obliczania przeskalowanego zakresu dla szeregu czasowego o długości T obserwacji przebiega wg następujących etapów:

1. Dany szereg czasowy zostaje podzielony na n podzbiorów zawierających tę samą ilość elementów t.
2. Obliczenie wartości następujących wielkości:

$$M_i = \frac{1}{t} \cdot \sum_{u=1}^{t} e_{ui} \qquad (1)$$

[1] Galin K: Wycena opcji europejskiej w modelu H-samopodobnym z „długą pamięcią" w: Rynek terminowy IV kwartał 2005r.

[2] Łażewski M, Matuszewski P, Zator K: Nieliniowe charakterystyki szeregów czasowych cen akcji z notowań ciągłych Giełdy Papierów Wartościowych w Warszawie; w Prace z ekonometrii finansowej, pod red. W. Jurka; Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu; Poznań 2002r.

[3] Peters E. E.: Teoria chaosu a rynki kapitałowe; WIG – Press; Warszawa 1997r.

$$S_i = \sqrt{\frac{1}{t} \cdot \sum_{u=1}^{t} \left(e_{u,i} - M_i\right)^2} \qquad (2)$$

gdzie:

i = 1, 2, ..., n oraz u = 1, 2, ..., t

M_i – wartość średnia wyznaczona dla elementów i – tego podzbioru

e_{ui} – element szeregu czasowego znajdujący się na pozycji u w podzbiorze *i*

S_i – odchylenie standardowe

3. Obliczenie rozstępu

$$R_i = \max_u Y_{ui} - \min_u Y_{ui} \qquad (3)$$

gdzie:

$$Y_{ui} = \sum_{j=1}^{u} X_{ji}$$

$$X_{ui} = e_{ui} - M_i$$

4. Obliczenie przeskalowanego zakresu

$$R/S = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^{n} R_i / S_i \qquad (4)$$

Analiza R/S oparta jest na pojęciu przeskalowanego zasięgu. Jego zmiany, następujące wraz ze zmianą odcinka czasu, są miarą siły trendu oraz poziomu szumu jakie nakłada się na zmiany regularne wynikające z trendu.

Wykładnik Hursta definiuje się jako wielkość H spełniającą równanie:

$$R/S = \alpha \cdot t^H \qquad (5)$$

gdzie α jest dodatnią stałą.

Równanie (5) posiada dwie niewiadome α i H. Z równania tego, przyjmując że H = 0,5 dla szeregów o charakterze błądzenia przypadkowego, można wyliczyć stałą α w zależności od t przy danym T. W zależności od wartości jakie przyjmuje wykładnik Hursta inna jest jego interpretacja.

Wykładnik Hursta równy 0,5 oznacza szereg losowy. Zdarzenia są przypadkowe i wzajemnie nieskorelowane, a teraźniejszość nie ma wpływu na przyszłość.

W sytuacji gdy $0 \leq H < 0,5$ szereg czasowy jest szeregiem antypersystentnym, czyli „powracającym do średniej". Ze względu iż H możemy nazwać miarą zygzakowatości szeregu czasowego, im wyższa wartość H, tym więcej jest szumu w systemie i tym „bardziej losowy" jest sam szereg.[4]

W przypadku gdy $0,5 < H \leq 1$ mamy do czynienia z szeregiem persystentnym, czyli wzmacniającym trend. Siła zachowań persystentnych jest tym

[4] Szopa H., Szopa J., Pękała W.: Czy GPW w Warszawie jest systemem chaotycznym?; w Systemy informatyczne. Bankowość i finanse, pod red. F. Moreckiego, J.K. Grabary, J.S. Nowaka; Wydawnictwo Naukowo – Techniczne; Warszawa 2004r.

większa, im H bliższe jest jedności. Z kolei im H bliższe jest 0,5, tym wyższy poziom szumu w szeregu i tym mniej określony jest jego trend. Każda obserwacja przechowuje „pamięć" o wszystkich wcześniejszych zdarzeniach i możemy w tej sytuacji mówić o „efekcie długiej pamięci". Wydarzenia odległe w czasie mają wpływ mniejszy od wydarzeń niedawnych, ale ich szczątkowe oddziaływanie wciąż jest obecne. W większej skali system zachowujący się zgodnie ze statystyką Hursta jest produktem długiego strumienia wzajemnie powiązanych zdarzeń. To, co dzieje się dzisiaj, wpływa na przyszłość, a z kolei obecna sytuacja jest rezultatem tego, co wydarzyło się w przeszłości.[5]

3. Wyniki badań

Szczegółowej analizie poddano dzienne notowania indeksu WIG oraz akcji następujących spółek: Bre Bank, Elektrim, Kable, Krosno, Próchnik. Do obliczeń wykorzystano wyniki z 3060 sesji, od dnia wejścia poszczególnych spółek na giełdę oraz pierwszego notowania wskaźnika WIG.

Otrzymane szeregi czasowe podzielono na podzbiory zawierające po 12, 36, 51 oraz 85 wyników. W następnym etapie, zgodnie z procedurą obliczania wykładnika Hursta wyznaczono odchylenie standardowe oraz rozstęp dla wydzielonych danych, które posłużyły do ustalenia analizy przeskalowanego zakresu. W wyniku powyższych obliczeń ustalono wartości wykładnika Hursta, które przedstawiono w tabeli 1.

Tablica 1.

Notowania dzienne			
Spółka	t	analiza R/S	Wykładnik Hursta - H
Bre Bank	12	4,690269	0,6227
	36	13,721936	0,7121
	51	19,523396	0,7321
	85	33,230691	0,7636
Elektrim	12	4,693792	0,623
	36	13,780156	0,7132
	51	19,523945	0,7321
	85	31,861528	0,7544
Kable	12	4,570161	0,6122
	36	13,561019	0,7089
	51	19,377734	0,7304
	85	31,489538	0,7518
Krosno	12	4,539212	0,6095

[5] Peters E. E.: Teoria chaosu a rynki kapitałowe; WIG – Press; Warszawa 1997r.

	36	13,305688	0,7037
	51	19,442538	0,7311
	85	33,275124	0,7639
Próchnik	12	4,415585	0,5983
	36	13,170587	0,7009
	51	19,133925	0,7271
	85	32,255078	0,7571
WIG	12	4,769228	0,6294
	36	14,037747	0,7183
	51	20,220099	0,7407
	85	33,261135	0,7638

Źródło: Opracowanie własne

W dalszej części dokonano obliczeń przy wykorzystaniu notowań ciągłych. W związku z dużą ilością danych, która kształtowała się od 9180 w przypadku spółki Krosno do 97885 dla spółki Elektrim dokonano wyboru 3060 notowań dostosowując wielkość dzielnika do ilości danych. Wyniki notowań ciągłych obejmują okres od momentu pierwszego notowania do 04.05.2006r. dla spółki Próchnik. Wyniki dotyczące obliczeń zawarto w tabeli 2.

Tablica 2.

Spółka	t	Notowania ciągłe				
		Analiza R/S	wykładnik Hursta - H	dzielnik	liczba danych	Okres
Bre Bank	12	4,6455	0,6188	15	45 886	20.02.2003-17.02.2006
	36	13,799	0,7136			
	51	19,959	0,7375			
	85	33,1073	0,7628			
Elektrim	12	4,7871	0,6309	32	97 885	20.02.2003-27.04.2006
	36	14,4472	0,7261			
	51	19,319	0,7295			
	85	31,6505	0,753			
Kable	12	4,4042	0,5973	4	12 260	20.02.2003-17.10.2005
	36	13,4628	0,7069			
	51	19,7907	0,7354			
	85	33,2077	0,7634			
Krosno	12	4,3254	0,59	3	9 180	20.02.2003-08.03.2006
	36	12,4934	0,6866			
	51	17,5176	0,7054			
	85	30,1232	0,7422			
Próchnik	12	4,6951	0,6231	21	64 260	20.02.2003-04.05.2006
	36	14,1992	0,7214			
	51	19,4619	0,7313			

	85	31,7104	0,7534		

Źródło: Opracowanie własne

Porównanie obliczeń dotyczących notowań w systemie jednolitym i ciągłym przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3.

Spółka	t	Analiza R/S		Wykładnik Hursta	
		dane dzienne	dane ciągłe	dane dzienne	dane ciągłe
Bre Bank	12	4,690269	4,6455	0,6227	0,6188
	36	13,721936	13,799	0,7121	0,7136
	51	19,523396	19,959	0,7321	0,7375
	85	33,230691	33,1073	0,7636	0,7628
Elektrim	12	4,693792	4,7871	0,623	0,6309
	36	13,780156	14,4472	0,7132	0,7261
	51	19,523945	19,319	0,7321	0,7295
	85	31,861528	31,6505	0,7544	0,753
Kable	12	4,570161	4,4042	0,6122	0,5973
	36	13,561019	13,4628	0,7089	0,7069
	51	19,377734	19,7907	0,7304	0,7354
	85	31,489538	33,2077	0,7518	0,7634
Krosno	12	4,539212	4,3254	0,6095	0,59
	36	13,305688	12,4934	0,7037	0,6866
	51	19,442538	17,5176	0,7311	0,7054
	85	33,275124	30,1232	0,7639	0,7422
Próchnik	12	4,415585	4,6951	0,5983	0,6231
	36	13,170587	14,1992	0,7009	0,7214
	51	19,133925	19,4619	0,7271	0,7313
	85	32,255078	31,7104	0,7571	0,7534

Źródło: Opracowanie własne

Podsumowanie

Wyniki przeprowadzonych obliczeń, zarówno dla cen akcji, jak i indeksu WIG, wskazują iż w badanych szeregach czasowych wykładnik Hursta kształtował się w granicach: 0,59 – 0,76, co wskazuje na ich persystentny charakter.

Analiza długości szeregów pozwala na stwierdzenie, że wartość wykładnika H wzrasta wraz ze wzrostem długości podciągów, co świadczy o procesie wzmacniania trendu.

Porównanie wyników obliczeń na podstawie wartości z systemu jednolitego i ciągłego pokazuje niewielkie różnice (maksymalna różnica: 0,0257 dla spółki Krosno).

Powyższa analiza daje podstawy do stwierdzenia, że ruch cen instrumentów finansowych charakteryzuje się efektem długiej pamięci, a co za tym idzie występowaniem zależności długookresowej.

Literatura

1. Orzeszko W: Identyfikacja i prognozowanie chaosu deterministycznego w ekonomicznych szeregach czasowych; PTE; Warszawa 2005r.
2. Galin K: Wycena opcji europejskiej w modelu H-samopodobnym z „długą pamięcią" w: Rynek terminowy IV kwartał 2005r.
3. Łażewski M, Matuszewski P, Zator K: Nieliniowe charakterystyki szeregów czasowych cen akcji z notowań ciągłych Giełdy Papierów Wartościowych w Warszawie; w Prace z ekonometrii finansowej, praca zbiorowa pod red. W. Jurka; Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu; Poznań 2002r.
4. Peters E. E.: Teoria chaosu a rynki kapitałowe; WIG – Press; Warszawa 1997r.
5. Szopa H., Szopa J., Pękała W.: Czy GPW w Warszawie jest systemem chaotycznym?; w Systemy informatyczne. Bankowość i finanse, praca zbiorowa pod red. F. Moreckiego, J.K. Grabary, J.S. Nowaka; Wydawnictwo Naukowo – Techniczne; Warszawa 2004r.

ROZDZIAŁ XXIV

ZASTOSOWANIE ŁAŃCUCHÓW MARKOWA DRUGIEGO RZĘDU DO BADANIA ANOMALII KALENDARZOWYCH NA PRZYKŁADZIE NOTOWAŃ INDEKSU WIG20 ORAZ CEN KONTRAKTÓW TREMINOWYCH NA INDEKS WIG20

Wioletta SKRODZKA, Aneta WŁODARCZYK

Wprowadzenie

Począwszy od połowy lat sześćdziesiątych wiele uwagi poświęcono badaniu koncepcji rynku efektywnego. Wśród badaczy, którzy stworzyli podstawy sformalizowania tej hipotezy należy wymienić E. Fama, który sformułował hipotezę rynków efektywnych oraz L. Bacheliera, M.G. Kendala, M.F. Osborne'a i P. Cootnera. Zgodnie z założeniem hipotezy rynków efektywnych, rynek prawidłowo wycenia swoje akcje będące przedmiotem publicznego obrotu. Ceny akcji odzwierciedlają wszelkie dostępne uczestnikom rynku informacje. E.Fama w swoim artykule opisującym hipotezę rynków efektywnych, wymienił warunki wystarczające dla efektywności rynku[3]. Należy tutaj wymienić m.in. brak kosztów transakcyjnych, powszechną dostępnośći darmowość informacji. W rzeczywistości rynek nie spełnia w pełni tych warunków i może stanowić potencjalne źródło nieefektywności. Weryfikacja hipotezy efektywności rynku ma długą historię. Jej podstawowym celem jest nie tyle stwierdzenie czy rynek jest efektywny czy nie, ale określenie stopnia jego efektywności. Stąd liczne publikacje, w których sprawdza się jaki typ informacji znajduje odzwierciedlenie w rynkowych cenach walorów. W latach 80. coraz częściej zaczęto zwracać uwagę na istotne odchylenia od teorii rynków efektywnych. Do najważniejszych zjawisk podważających słuszność hipotezy należą: efekt małych firm, efekt stycznia, efekt dni tygodnia, nadmierna reakcja rynku, nadmierna zmienność cen akcji, tendencja powrotu do średniej.[1]

Jednym ze znanych przykładów anomalii jest tzw. efekt weekendowy, czyli zależność stóp zwrotu od dnia tygodnia oraz przerw pomiędzy dniami roboczymi w weekendy oraz święta. Celem tego opracowania jest wykrycie i opisanie prawidłowości rządzących procesem zmienności notowań indeksu WIG20 oraz cen kontraktów terminowych na indeks WIG20. Empiryczne badania struktury zmienności zależą od założeń dotyczących specyfiki procesu, który generuje poziomy cen. Przedstawiona w tym opracowaniu metoda omija problem związany z szacowaniem parametrów określonego rozkładu. Tworząc dyskretne stany symbolizujące poszczególne notowania indeksu WIG 20 oraz cen kontraktu terminowego, użyto metodologii łańcuchów Markowa drugiego rzędu. W artykule

[1] Miskhin F.S., Eakins S.G.: Financial Markets and Institutions. Addison-Wasley. International Edition. United States 1998

również podjęto próbę zbadania wzajemnych powiązań zmienności wolumenu obrotu oraz zmienności cen dla kontraktów terminowych. Metodologia łańcuchów Markowa dotychczas w niewielkim stopniu była wykorzystywana do badania zachowań polskiego rynku kapitałowego.

Artykuł porusza problem anomalii kalendarzowych występujących na polskim rynku kapitałowym. W przypadku potwierdzenia powyższej hipotezy, tego typu sygnały mogłyby stanowić uzupełnienie wielu metod inwestycyjnych jako dodatkowy wskaźnik nastroju inwestorów.

1. Procesy Markowa

Modele cen (lub stóp zwrotu) instrumentów finansowych zwykle rozpatruje się w kategoriach procesów stochastycznych. W praktyce finansów mamy do czynienia z procesami stochastycznymi z czasem dyskretnym, gdyż wartości tego procesu obserwowane są w określonych momentach, np. raz dziennie czy raz na minutę.

Procesy Markowa są klasą procesów stochastycznych, w których przyszłość i przeszłość – przy ustalonej teraźniejszości – są niezależne, lub przyszłość zależy od przeszłości tylko przez teraźniejszość. W [10] podano następującą definicję łańcucha Markowa:

Niech proces stochastyczny X(t) będzie procesem z czasem dyskretnym, czyli ciągiem zmiennych losowych X_0, X_1, ... Zakładamy, że te zmienne losowe są typu skokowego. Przyjęto, że wartość zmiennej losowej X_k (k = 0, 1,...) określa stan procesu w chwili k.

Ciąg zmiennych losowych X_0, X_1, X_2, ... tworzy **łańcuch Markowa**, jeżeli dla dowolnych i,j,n oraz dla dowolnych liczb rzeczywistych x_1, x_2, ... spełniona jest relacja:

$$P(X_n = j / X_{n-1} = i, X_{n-2} = x_{n-2}, ..., X_0 = x_0) = P(X_n = j / X_{n-1} = i) \qquad (1)$$

tj.

rozkład warunkowy $X(t_n)$ przy danych wartościach $X(t_1)$, ...,$X(t_{n-1})$ zależy tylko od $X(t_{n-1})$, a nie zależy od wcześniejszego przebiegu procesu.

Konstrukcja łańcuchów Markowa opiera się na trzech podstawowych wielkościach:

a) skończonym zbiorze S, o którego elementach zwanych stanami zakłada się, że są ponumerowane w pewien określony sposób;
b) rozkładzie prawdopodobieństwa $p = [p_i(0) = P\{X_0=i\}]_{i \in S}$ na S zwanego prawdopodobieństwem początkowym;
c) macierzy stochastycznej $P = [P_{i,j}(n,s)]_{i,j \in S}$, której elementy zwane prawdopodobieństwami przejścia, definiuje się następująco:

$$P_{i,j}(n,s) = P\{ X_n = j / X_s = i\} \quad \text{dla } n > s \qquad (2)$$

Powyższa relacja określa prawdopodobieństwo warunkowe tego, że proces znajduje się w stanie j w chwili n pod warunkiem, że w chwili s znajdował się w stanie i.

Jednorodnym łańcuchem Markowa nazywa się łańcuch Markowa $\{X_n , n \in N\}$ taki, że dla
n, k $\in$ N prawdziwa jest równość:

$$P(X_n = j / X_{n-1} = i\} = P\{X_{n+k} = j / X_{n+k-1} = i\} = p_{ij} \quad (3)$$

Zatem dla jednorodnego łańcucha Markowa prawdopodobieństwa przejścia pomiędzy stanami w jednym kroku są stałe w czasie i niezależne od czasu trwania procesu.
Własności łańcuchów Markowa:

a) $p_i(n) = P\{ X(n,\omega) = i\}$, $i \in S$ (4)

b) $\sum_{i \in S} p_i(n) = 1$ (5)

c) $P_{i,j}(n,s) \geq 0$, $i,j \in S$ (6)

d) $\sum_{j \in S} P_{i,j}(n,s) = 1$ dla $i \in S$ (7)

e) $p_j(n) = \sum_{i \in S} p_i(s) \cdot P_{i,j}(n,s)$ dla $j \in S$ (8)

Wzór (8) określa bezwarunkowy rozkład prawdopodobieństwa osiągnięcia stanu j przez jednorodny łańcuch Markowa w momencie n: $p_j(n) = P(X_n = j)$. Zależność ta została wyprowadzona ze wzoru na prawdopodobieństwo całkowite.

Wiersz i-ty macierzy P

$p_i = [p_{i1}\ p_{i2} \ldots p_{ir}]$

stanowi warunkowy rozkład prawdopodobieństwa zmiennej X_n pod warunkiem $X_{n-1} = i$. Łańcuch Markowa jest określony jeżeli dana jest macierz prawdopodobieństw przejścia $P = (p_{i,j})$ oraz prawdopodobieństwa początkowe $p_i = P\{X_0=i\}$, i = 0, 1, 2,..., o czym mówi poniższe twierdzenie[10]:

Twierdzenie 1

Niech będzie dany zbiór przeliczalny S oraz ciąg $\{p_i\}$ i macierz $P = (p_{i,j})$ spełniające warunki:

$$p_i \geq 0, \quad \sum_i p_i = 1 \quad , \quad p_{ij} \geq 0 , \quad \sum_j p_{ij} = 1$$

Wtedy istnieje przestrzeń probabilistyczna (Γ, F, P) i określony na niej łańcuch Markowa
$\{X_n , n \geq 0\}$ o przestrzeni stanów S i prawdopodobieństwach początkowych p_i i macierzy prawdopodobieństw przejść $P = (p_{i,j})$.

Zależnie od wartości własnych macierzy **P**, ciąg potęg $\mathbf{P}^n$ ma różne własności przy $n \to \infty$, które są podstawą do wnioskowania o zachowaniu się łańcucha w długim okresie czasu.

W [8] podano następujące charakterystyki dla macierzy **P**:

1) Macierz stochastyczną $\mathbf{P} \in M(n,n)$ nazywa się macierzą **nierozkładalną**, jeśli wartość własna $\lambda_1 = 1$ jest pojedynczym pierwiastkiem równania charakterystycznego tej macierzy.
2) Macierz stochastyczną $\mathbf{P} \in M(n,n)$ nazywa się macierzą **niecykliczną**, gdy wartość własna $\lambda_1 = 1$ jest jedynym pierwiastkiem równania charakterystycznego o module 1.
3) Macierz nierozkładalna i niecykliczna nosi nazwę macierzy **regularnej.**

Na mocy twierdzenia Frécheta (twierdzenie to jest podane m.in. w [8]) istnieje granica

$$\lim_{n\to\infty} \mathbf{P}^n = \mathbf{\Pi} \tag{9}$$

gdzie $\mathbf{\Pi}$ oznacza stochastyczną macierz ergodyczną (o identycznych wierszach).

Wobec powyższych własności macierzy regularnej prawdziwe jest następujące twierdzenie [8]:

Twierdzenie 2

Jeżeli macierz prawdopodobieństwa przejścia **P** skończonego jednorodnego łańcucha Markowa jest regularna, to łańcuch jest ergodyczny, a to oznacza, że istnieje granica

$$\lim_{n\to\infty} p_{ij}^n = \pi_j \quad \text{dla } i,j \in S$$

przy czym

$$\sum_{j\in S} \pi_j = 1 \qquad \text{oraz} \qquad 0 \le \pi_j \le 1$$

W ten sposób został zdefiniowany wierszowy wektor prawdopodobieństw osiągnięcia stanów zrównoważonych $\boldsymbol{\pi} = (\pi_1, \pi_2, \pi_3, ..., \pi_r)$, który spełnia następującą relację [por. 7, 9]:

$$\boldsymbol{\pi} = \boldsymbol{\pi}\mathbf{P} \tag{10}$$

Na podstawie definicji wektora długookresowych prawdopodobieństw $\boldsymbol{\pi}$ można wnioskować, że niezależnie od tego, w którym stanie znajdował się proces w chwili 0, wraz z upływem czasu szanse znalezienia się w określonym stanie stabilizują się i są równe poszczególnym elementom wektora $\boldsymbol{\pi}$.

Pojęcie łańcucha Markowa (do tej pory w opracowaniu rozważane były tylko proste łańcuchy Markowa) można rozszerzyć na przypadek wielokrotnej zależności Markowa.

Mówimy, że ciąg zmiennych losowych $(X_n)_{n\ge 0}$, o wartościach w (skończonym albo przeliczalnym) zbiorze S jest wielokrotnym łańcuchem Markowa drugiego rzędu (podwójnym łańcuchem Markowa) wtedy i tylko wtedy, gdy:

$$P(X_{n+1} = i_{n+1} / X_n = i_n, ..., X_0 = i_0) = P(X_{n+1} = i_{n+1} / X_n = i_n, X_{n-1} = i_{n-1}) \tag{11}$$

dla wszystkich $i_0, i_1, ..., i_{n+1} \in S$, przy czym ostatnie prawdopodobieństwo warunkowe zależy od i_n oraz i_{n-1}. Łatwo można zauważyć, że jeżeli $(X_n)_{n\ge 0}$ jest

podwójnym łańcuchem Markowa, to ciąg $(X_i , X_{i+1})_{i\geq 0}$ jest prostym łańcuchem Markowa o przestrzeni stanów
$S^2 = \{(i,j): i,j \in S.$

W ten sposób, z dowolnym wielokrotnym łańcuchem Markowa można związać pewien pojedynczy łańcuch. Zatem w niektórych przypadkach badanie wielokrotnych łańcuchów Markowa można sprowadzić do badania prostych łańcuchów Markowa.

Proces szacowania zazwyczaj nieznanej macierzy prawdopodobieństw przejścia P można oprzeć na dwóch rodzajach danych: mikrodanych lub makrodanych. Do estymacji tychże prawdopodobieństw można zastosować klasyczną lub uogólnioną metodę najmniejszych kwadratów, bądź też metodę największej wiarygodności. Dokładny opis procedur wykorzystywanych przy szacowaniu elementów macierzy prawdopodobieństw przejścia można znaleźć między innymi w [7,8].

2. Zastosowanie łańcuchów Markowa do badania anomalii kalendarzowych

Badania prowadzone nad rynkami efektywnymi wykryły pewne anomalie pojawiające się na nich. Do takich anomalii zalicza się efekt dnia tygodnia, efekt stycznia, efekt skali i inne.

Analizując notowania indeksu WIG20 oraz kontraktów terminowych wystawionych na ten indeks, autorzy spróbują udowodnić, że na polskim rynku kapitałowym występują efekty weekendowe. Jednocześnie wiadomo, że informacje zakumulowane w czasie, gdy rynek jest zamknięty wpływają na wartość notowań bezpośrednio po jego otwarciu[2]. Jeżeli informacja akumulowałaby się liniowo, wariancja w okresie od zamknięcia rynku w piątek do jego zamknięcia w poniedziałek powinna być trzy razy większa niż np. wariancja w okresie od zamknięcia rynku w poniedziałek do jego zamknięcia we wtorek. Wyniki badań pokazują jednak, że informacja napływa wolniej w okresach, gdy rynek jest zamknięty (efekt weekendowy lub efekt poniedziałku)[3]. W związku z powyższym zagadnieniem można weryfikować następujące hipotezy:

a) zmiany cen instrumentów finansowych następują zgodnie z upływem czasu kalendarzowego
b) zmiany cen instrumentów finansowych następują zgodnie z upływem czasu sesyjnego (z pominięciem dni nietransakcyjnych).

Potwierdzeniem hipotezy o czasie kalendarzowym powinno być wystąpienie odmiennych rozkładów „jednodniowych" stóp zwrotu w sytuacjach, gdy kolejne dni transakcyjne oddzielone są dniami nietransakcyjnymi (weekendy, święta) w stosunku do sesji odbywających się w kolejnych dniach kalendarzowych. Jeżeli natomiast zgodnie z hipotezą o czasie sesyjnym, zmiany cen następują jedynie w

[2] Dunis Ch.L. (red.): Prognozowanie rynków finansowych. Dom Wydawniczy ABC, Kraków 2001
[3] Fama E.: The behaviour of stock market prices. Journal of Business, 38/1965

okresie aktywności rynku, rozkłady „jednodniowych" stóp zwrotu powinny być zbliżone niezależnie, czy pomiędzy dniami transakcyjnymi występowały dni nietransakcyjne czy nie.

Pierwotny zbiór danych składa się z notowań indeksu WIG20 oraz kontraktów terminowych wystawionych na ten indeks. Zdefiniowano zmienność dobową jako bezwzględne logarytmiczne stopy zwrotu z notowań tychże instrumentów finansowych zgodnie z poniższym wzorem:

$$v_t = \left|\ln(P_t / P_{t-1})\right| \tag{12}$$

gdzie: P_t jest to kurs otwarcia (zamknięcia) w dniu t

P_{t-1} jest to kurs zamknięcia (otwarcia) w dniu t-1.

Otrzymany w ten sposób zbiór danych pogrupowano do trzech stanów zmienności: H dla wysokiego stanu zmienności; N dla normalnego stanu zmienności; i L dla niskiego stanu zmienności. Grupowanie przeprowadzano w ten sposób, aby otrzymać mniej więcej równoliczne stany zmienności w każdej grupie. Powyższe kryterium posłużyło do wyznaczenia granic przedziałów: wysokiej, normalnej i niskiej zmienności, czyli odpowiedniego dobrania wartości parametrów k_1 oraz k_2. Prezentuje je tabela 1:

Tabela 1. Granice przedziałów wysokiej, normalnej i niskiej zmienności

Stan	Znaczenie	Granice zmienności
H	wysoka zmienność	$v_t > \bar{v}_t + k_1 d$
N	normalna zmienność	$v_t \le \bar{v}_t + k_1 d$ i $v_t > \bar{v}_t - k_2 d$
L	niska zmienność	$v_t \le \bar{v}_t - k_2 d$

gdzie: $\bar{v}_t$ - średnia z bezwzględnych stóp zwrotu zmian notowań indeksu WIG 20 (kontraktów terminowych wystawionych na ten indeks)

d – odchylenie przeciętne z bezwzględnych stóp zwrotu zmian notowań indeksu

WIG 20 (kontraktów terminowych wystawionych na ten indeks)

Analizie zostanie poddana dzienna struktura zmienności indeksu WIG20 (kontraktów terminowych wystawionych na ten indeks), do której wykorzystano teorię łańcuchów Markowa. W tej pracy podjęto próbę pokazania nieklasycznej metody weryfikacji hipotezy, że zmiany danego instrumentu finansowego następują zgodnie z upływem czasu kalendarzowego. Hipoteza o czasie kalendarzowym zakłada występowanie odmiennych rozkładów zmienności dla dni następujących po weekendzie.

Zgodnie z tym wzorcem, rynek jest bardziej aktywny i zmienności są wyższe w poniedziałki niż w pozostałych dniach tygodnia. Dlatego też, stany wysokiej zmienności częściej powinny występować po stanach wysokiej zmienności w poniedziałki niż po stanach wysokiej zmienności w pozostałych dniach handlowych. Zatem należy oszacować z jakim prawdopodobieństwem następuje przejście pomiędzy parami sąsiednich stanów , np. HH albo HN, gdzie na przykład: HN wskazuje stan niskiej zmienności pojawiający się po stanie wysokiej zmienności.

W opracowaniu wykorzystano model długookresowego rozkładu prawdopodobieństwa do badania dziennej struktury przejścia między stanami, otrzymany w oparciu o metodologię łańcuchów Markowa drugiego rzędu. Zbudowano łańcuch Markowa drugiego rzędu dla zmienności indeksu WIG20 (kontraktów terminowych wystawionych na ten indeks) dla każdego dnia. W przedstawionym modelu wykorzystano łańcuch Markowa drugiego rzędu w celu otrzymania długookresowego, skończonego rozkładu prawdopodobieństwa pojawienia się par stanów sąsiednich typu HN. W wyniku powyższego działania otrzymujemy następującą macierz P – macierz prawdopodobieństw przejścia drugiego rzędu.

Tablica 2 Schemat macierzy prawdopodobieństw przejścia drugiego rzędu.

STANY PRZESZŁE	STANY OBECNE								
	HH	HN	HL	NH	NN	NL	LH	LN	LL
HH	$P_{HH,HH}$	$P_{HN,HH}$	$P_{HL,HH}$	0	0	0	0	0	0
HN	0	0	0	$P_{NH,HN}$	$P_{NN,HN}$	$P_{NL,HN}$	0	0	0
HL	0	0	0	0	0	0	$P_{LH,HL}$	$P_{LN,HL}$	$P_{LL,HL}$
NH	$P_{HH,NH}$	$P_{HN,NH}$	$P_{HL,NH}$	0	0	0	0	0	0
NN	0	0	0	$P_{NH,NN}$	$P_{NN,NN}$	$P_{NL,NN}$	0	0	0
NL	0	0	0	0	0	0	$P_{LH,NL}$	$P_{LN,NL}$	$P_{LL,NL}$
LH	$P_{HH,LH}$	$P_{HN,LH}$	$P_{HL,LH}$	0	0	0	0	0	0
LN	0	0	0	$P_{NH,LN}$	$P_{NN,LN}$	$P_{NL,LN}$	0	0	0
LL	0	0	0	0	0	0	$P_{LH,LL}$	$P_{LN,LL}$	$P_{LL,LL}$

W pierwszej kolumnie stan XY odnosi się do X jako pierwszego stanu i Y jako drugiego stanu, podczas gdy w pierwszym wierszu YZ odnosi się do Y jako drugiego stanu i Z jako trzeciego stanu. Element w macierzy P , $P_{YZ,XY}$, wskazuje prawdopodobieństwo przejścia od stanu Y do Z , pod warunkiem, że w poprzednim kroku nastąpiło przejście od X do Y. Pierwszy i drugi stan wnosi informacje o wcześniejszym stanie w łańcuchu Markowa (patrz wiersz); drugi i trzeci stan wnosi

informacje o późniejszym stanie w łańcuchu Markowa (patrz kolumna). Niech wektor π oznacza długookresowy rozkład prawdopodobieństwa:

$\pi = (\pi_{HH}\ \pi_{HN}\ \pi_{HL}\ \pi_{NH}\ \pi_{NN}\ \pi_{NL}\ \pi_{LH}\ \pi_{LN}\ \pi_{LL})^T$,

lub przy wprowadzonych dodatkowych oznaczeniach: HH≡1 , HN≡2 , HL≡3 , NH≡ 4 , NN≡5 , NL≡6 , LH≡7 , LN≡8 , LL≡9 , $\{\pi_j\}$ dla j=1 , ... , 9. Zgodnie z relacją (10):

$\pi = \pi P$

oraz stochastycznymi własnościami wektora π:

$$\sum_{j \in S} \pi_j = 1 \qquad \text{oraz} \qquad 0 \le \pi_j \le 1$$

można wyznaczyć długookresowy rozkład stanów w łańcuchu Markowa.

Aby sprawdzić czy $\pi_{HH} > \pi_j$, gdzie j ≠HH, należy przetestować hipotezę zerową mówiącą o tym, że w długim okresie prawdopodobieństwa dla wszystkich przejść między dwoma stanami są identyczne. Obliczono sprawdzian testu postaci:

$$\chi^2 = N \sum_{j=1}^{9} \frac{(\pi_j - 1/9)^2}{1/9} \qquad (14)$$

gdzie N jest całkowitą liczbą obserwacji. Wobec prawdziwości hipotezy zerowej , statystyka χ^2 ma asymptotycznie rozkład χ^2 z (T-1) stopniami swobody, gdzie T jest liczbą stanów. W tym przypadku T=9. Jeżeli hipoteza zerowa nie zostanie odrzucona, oznacza to, że nie pojawia się istotna różnica pomiędzy prawdopodobieństwami osiągnięcia różnych stanów w długim okresie, nie można przyjąć wniosku, że $\pi_{HH} > \pi_j$, gdzie j ≠HH.

Niech $\pi_h = (\pi_{h1}\ \pi_{h2}\ \pi_{h3}\ \pi_{h4}\ \pi_{h5}\ \pi_{h6}\ \pi_{h7}\ \pi_{h8}\ \pi_{h9})^T$

gdzie: π_h jest wektorem 9 x 1 skończonych prawdopodobieństw w dniu h, rozmiar próby N_h i π_{hj} oznacza skończone prawdopodobieństwo osiągnięcia stanu j (j ≡HH albo HN ... itd) w dniu h.

Należy pokazać, że w długim okresie występują odmienne rozkłady zmienności dla dni następujących po weekendzie w stosunku do dni roboczych. Stawiamy hipotezę zerową

H_0 : $\pi_1 = \pi_2 = ... = \pi_5$, gdzie na przykład: wektor π_1 zawiera skończone prawdopodobieństwa dla poniedziałku. Hipoteza zerowa informuje zatem, że:

$$\pi^e_{1j} = ... = \pi^e_{hj} = ... = \pi^e_{5j} = \frac{\sum_{h=1}^{5} \pi_{hj} N_h}{\sum_{h=1}^{5} N_h} \quad \text{dla każdego j,} \qquad (15)$$

gdzie: π^e_{hj} oznacza skończone prawdopodobieństwo osiągnięcia stanu j w dniu h.

Definiujemy sprawdzian testu:

$$\chi^2 = \sum_{h=1}^{5} N_h \times \sum_{j=1}^{9} \frac{(\pi_{hj} - \pi^e_{hj})^2}{\pi^e_{hj}} \qquad (16)$$

Wobec prawdziwości hipotezy zerowej , statystyka χ^2 ma asymptotycznie rozkład χ^2 z (H-1)(T-1) stopniami swobody, gdzie T jest całkowitą liczbą stanów a H oznacza łączną liczbę dni tygodnia. Jeżeli należy odrzucić hipotezę zerową, oznacza to, że dla poniedziałku wektor π powinien różnić się od tego w innych okresach, zatem występuje na rynku kapitałowym efekt weekendowy. Metoda ta została zastosowana do badania anomalii kalendarzowych na GPW w Warszawie, gdzie badaniu poddano indeks WIG 20[4] oraz do badania godzinowej struktury zmienności cen kasowych i terminowych dla indeksu Nikkei[5].

3. Analizowanie związków pomiędzy zmiennością i wolumenem obrotów dla kontraktów terminowych

Wartość indeksu WIG20 wywiera istotny wpływ na wartość instrumentów pochodnych wystawionych na ten indeks, które coraz częściej wykorzystywane są przez polskie przedsiębiorstwa i instytucje finansowe do zarządzania ryzykiem rynkowym. Dlatego też autorzy tego opracowania przedstawiają możliwość wykorzystania metodologii łańcuchów Markowa do badania zmienności cen kontraktów futures na indeks WIG20 notowanych na GPW w Warszawie.

Jedną z najważniejszych zależności o charakterze przyczynowo-skutkowym występującą na rynkach finansowych jest zależność pomiędzy kursami akcji (indeksami) a obrotami giełdowymi. Efekty otwarcia i zamknięcia giełdy, związane również z anomaliami kalendarzowymi można badać w aspekcie relacji wolumen obrotów a zmienność cenowa papierów wartościowych. Potwierdzeniem słuszności hipotezy o istnieniu anomalii kalendarzowych na rynku będzie pokazanie, że zarówno wolumen obrotów jak i zmienność cenowa będą wyższe w okresach otwarcia i zamknięcia giełdy, które są poprzedzone dniami „niesesyjnymi" (weekend, dni świąteczne). Uwzględniając teorię czasu kalendarzowego, można wnioskować że wysoki wolumen obrotów powinien towarzyszyć wysokiej zmienności na początku i końcu tygodnia.

Do zbadania tego typu relacji można wykorzystać metodę opartą na łańcuchach Markowa, w której łączy się informację o zmianach wolumenu obrotów i zmienności cenowej, aby stworzyć złożony stan łańcucha Markowa pierwszego rzędu. Złożone stany są definiowane w następujący sposób:

---

[4] W. Skrodzka, A. Włodarczyk: Wykorzystanie łańcuchów Markowa do badania zmienności indeksu WIG 20. II Konferencja: Rynek Kapitałowy. Skuteczne inwestowanie. Wydawnictwo Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin 2002

[5] Shiyun W., Guan L.K., Chang C.: Anew methodology for studying intraday dynamics of Nikkei index futures using Markov chains. Journal of International Financial Markets, Institutions and money 9/1999, 247-265, Tabela 2,3,4

Tablica 3. Budowa złożonych stanów łańcucha Markowa dla zależności ceny – obroty

	HH	HN	HL	NH	NN	NL	LH	LN	LL
Δv_t	wysoki	wysoki	wysoki	normalny	normalny	normalny	niski	niski	niski
ΔV_t	wysoki	normalny	niski	wysoki	normalny	niski	wysoki	normalny	niski

gdzie: $\Delta V_t = V_t - V_{t-1}$ odnosi się do absolutnych zmian dziennych wolumenu obrotów,
natomiast $\Delta v_t = v_t - v_{t-1}$ odnosi się do absolutnych przyrostów dziennych zmienności cen[6].

W ten sposób można zbudować łańcuch Markowa złożonych stanów pierwszego rzędu. Następnie tworzona jest macierz prawdopodobieństw przejścia pomiędzy stanami, w podobny sposób jak w przypadku indeksu WIG20. Przy omawianiu teorii modeli informacji Admati i Pfleiderer (1988) zauważyli, że wysoki wolumen obrotów powinien towarzyszyć wysokiej stopie zmienności. W modelu informacji stworzonym przez nich, efekty otwarcia i zamknięcia giełdy powodują koncentrację obrotów w tych okresach czasu, czego następstwem jest spadek płynności handlowej, oraz wzrost stopy zmienności papierów wartościowych. Z tego powodu dni wzrostu zmienności cen kontraktów terminowych powinny być też dniami wzrostu ich wolumenu obrotów. Dlatego też, w wektorze długookresowego rozkładu stanów dla łańcucha Markowa, długookresowe prawdopodobieństwa dla stanów HH i LL powinny być wyższe niż dla innych stanów. Aby to sprawdzić należy przetestować hipotezę zerową, która zakłada, że proporcje czasowe dla wszystkich stanów nie różnią się istotnie, wykorzystując test χ^2 omawiany wcześniej. Metoda ta została wykorzystana do badania zależności pomiędzy kursami a obrotami dla kontraktów futures wystawionych na indeks Nikkei w latach 1993-1994[7].

[6] Granice przedziałów zmienności dla poszczególnych stanów w przypadku przyrostów wolumenu obrotów oraz przyrostów zmienności cen kontraktów terminowych są wyznaczane na tej samej zasadzie jak dla zmienności kursów walutowych.
[7] Shiyun W., Guan L.K., Chang C.: Anew methodology for studying intraday dynamics of Nikkei index futures using Markov chains. Journal of International Financial Markets, Institutions and money 9/1999, 247-265,
Table 5

4. Badania empiryczne

Wykorzystując przedstawioną w poprzednim rozdziale teorię łańcuchów Markowa zbadano zachowanie się indeksu WIG20 oraz kontraktów terminowych na WIG 20.

4.1 Analiza dobowego zachowania się indeksu WIG 20

Rozważane szeregi czasowe dotyczące indeksu WIG20 obejmują okres od 4 stycznia 1999 do 7 czerwca 2002.

Pierwotny zbiór danych składający się z kursów zamknięcia i otwarcia indeksu WIG 20 zawiera 1790 elementów. W celu uzyskania równych pięciodniowych podzbiorów danych tygodniowych powyższy zbiór został uzupełniony poprzez symulację. Zdefiniowano zmienność dobową jako bezwzględne stopy zwrotu z notowań indeksu WIG 20 zgodnie ze wzorem (12). Otrzymany w ten sposób zbiór danych pogrupowano do trzech stanów zmienności: H dla wysokiego stanu zmienności; N dla normalnego stanu zmienności; i L dla niskiego stanu zmienności. Prezentuje je tabela 4:

Tablica 4. Granice przedziałów wysokiej, normalnej i niskiej zmienności dla indeksu WIG20

Stan	Znaczenie	Granice zmienności dla indeksu WIG 20
H	wysoka zmienność	$v_t > \overline{v}_t + 0{,}15d$
N	normalna zmienność	$v_t \leq \overline{v}_t + 0{,}15d$ i $v_t > \overline{v}_t - 0{,}8d$
L	niska zmienność	$v_t \leq \overline{v}_t - 0{,}8d$

W tabeli 5 zamieszczono podstawowe statystyki opisowe dotyczące empirycznego rozkładu bezwzględnych stóp zwrotu zmian indeksu WIG 20 w okresie od 04.01.1999 do 07.06.02:

Tablica 5. Statystyki opisowe dla bezwzględnych stóp zwrotu zmian indeksu WIG 20

Statyst.opisowe	N	Średnia	Odch.Przec.
Zmienność WIG20	1787	0.009267	0.006463

Zbudowano macierze prawdopodobieństw przejścia pomiędzy sąsiednimi stanami dla zmienności indeksu WIG 20 w poszczególnych dniach tygodnia. Przykładowe macierze dla poniedziałku i środy przedstawiają tabele 6-7:

Tablica 6. Poniedziałkowa macierz prawdopodobieństw przejścia dla indeksu WIG 20

	HH	HN	HL	NH	NN	NL	LH	LN	LL
HH	0,509091	0,272727	0,218182	0	0	0	0	0	0
HN	0	0	0	0,225	0,325	0,45	0	0	0
HL	0	0	0	0	0	0	0,393939	0,212121	0,393939
NH	0,333333	0,3	0,366667	0	0	0	0	0	0
NN	0	0	0	0,266667	0,2	0,533333	0	0	0
NL	0	0	0	0	0	0	0,38	0,3	0,32
LH	0,358974	0,358974	0,282051	0	0	0	0	0	0
LN	0	0	0	0,2	0,4	0,4	0	0	0
LL	0	0	0	0	0	0	0,272727	0,318182	0,409091

Tablica 7. Środowa macierz prawdopodobieństw przejścia dla indeksu WIG 20

	HH	HN	HL	NH	NN	NL	LH	LN	LL
HH	0,510638	0,297872	0,191489	0	0	0	0	0	0
HN	0	0	0	0,377778	0,288889	0,333333	0	0	0
HL	0	0	0	0	0	0	0,432432	0,297297	0,27027
NH	0,285714	0,380952	0,333333	0	0	0	0	0	0
NN	0	0	0	0,27027	0,351351	0,378378	0	0	0
NL	0	0	0	0	0	0	0,153846	0,435897	0,410256
LH	0,325000	0,325	0,35	0	0	0	0	0	0
LN	0	0	0	0,3	0,325	0,375	0	0	0
LL	0	0	0	0	0	0	0,137931	0,482759	0,37931

Analiza powyższych wyników pokazuje, że w poniedziałek prawdopodobieństwo przejścia z dowolnego stanu do stanu HH jest wyższe niż do pozostałych stanów. Intuicyjnie prowadzi to do wniosku, że w poniedziałek stan HH zdarzał się częściej niż jakikolwiek inny stan.
Na podstawie wyznaczonych macierzy prawdopodobieństw przejścia dla łańcucha Markowa zgodnie z relacją (10) obliczono wektor prawdopodobieństw długookresowych:

Tablica 8. Wektor prawdopodobieństw długookresowych indeksu WIG 20

	Po	Wt	Sr	Cz	Pi
HH	0,13870	0,13940	0,11468	0,12971	0,12992
HN	0,10361	0,11561	0,10097	0,07930	0,11949

HL	0,09101	0,12117	0,08528	0,10330	0,11218
NH	0,06919	0,11933	0,11217	0,09024	0,10897
NN	0,09408	0,11539	0,11617	0,14318	0,09616
NL	0,13839	0,09528	0,13090	0,11603	0,10120
LH	0,12543	0,11744	0,07407	0,09236	0,12271
LN	0,10397	0,09900	0,14211	0,12696	0,09068
LL	0,13562	0,07738	0,12365	0,11891	0,11869

Dla dni sąsiadujących z weekendem największe prawdopodobieństwo związane jest z przejściem ze stanu wysokiej zmienności w wysoką zmienność, czyli osiągnięcie zrównoważonego stanu HH. Prawidłowością tą nie odznaczają się pozostałe dni tygodnia.

Przeprowadzone badania pozwoliły zweryfikować hipotezę zerową, która zakłada, że wektor prawdopodobieństw długookresowych składa się z identycznych elementów. Zgodnie z relacją (14) obliczono empiryczne wartości statystyki chi-kwadrat dla poszczególnych dni tygodnia:

Tablica 9. Wartości statystyki chi-kwadrat dla indeksu WIG20

Po	WT	SR	CZ	PI
74,79068	60,46561	117,7954	53,66058	72,7797

Przy założeniu prawdziwości hipotezy zerowej, statystyka ta ma rozkład chi-kwadrat z 8 stopniami swobody. Na poziomie istotności 0,01 należy odrzucić hipotezę zerową na korzyść hipotezy alternatywnej. Świadczy to, że w przypadku poniedziałku stan HH pojawiał się częściej niż pozostałe stany.

Nawiązując do tabeli 8 sprawdza się czy w długim okresie występują odmienne rozkłady zmienności dla dni następujących po weekendzie w stosunku do pozostałych dni tygodnia. Testuje się hipotezę zerową o identyczności długookresowych rozkładów prawdopodobieństwa dla poszczególnych dni tygodnia zgodnie z relacją (15).

Obliczono wartość sprawdzianu testu zgodnie ze wzorem (16):

$\chi 2 = 350{,}5568$ $\chi 2_{0,01;(9-1)(5-1)} \approx 59{,}703$

Na poziomie istotności 0,01 należy odrzucić hipotezę zerową na rzecz hipotezy alternatywnej, czyli wektory długookresowych prawdopodobieństw przejścia π_h dla poszczególnych dni tygodnia istotnie różnią się między sobą.

4.2 Analiza dziennej struktury zmienności kontraktów terminowych na indeks WIG 20

W celu zapewnienia ciągłości zbioru danych do rozważań zostały wybrane następujące serie kontraktów terminowych:

DATA	Nazwa kontraktu
16.01.98 – 19.03.99	FW20H

22.03.99 – 18.06.00	FW20M9
21.06.99 – 17.03.00	FW20H0
20.03.00 – 15.12.00	FW20Z0
18.12.00 – 21.09.01	FW20U1
24.09.01 – 31.05.02	FW20M2

Sposób pogrupowania powstałego zbioru danych na podzbiory wysokiej, normalnej i niskiej zmienności jest analogiczny jak w przypadku indeksu WIG20. Klasyfikacja stanów zmienności została przeprowadzona na podstawie parametrów rozkładu, które przedstawia poniższa tabela:

Tablica 10. Podstawowe parametry klasyfikujące stany dla zmienności cen kontraktów terminowych na WIG 20

Nazwa	średnia	odchylenie przeciętne	parametr k_1	parametr k_2	N
Zmienność cen	0,010785	0,008429	0,042	0,78	2019

Zbudowano macierze prawdopodobieństw przejścia pomiędzy sąsiednimi stanami dla zmienności cenowej kontraktów terminowych na WIG 20 w poszczególnych dniach tygodnia. Przykładowe macierze dla poniedziałku i środy przedstawiają tabele 11-12:

Tablica 11. Poniedziałkowa macierz prawdopodobieństw przejścia dla cen kontraktów terminowych na WIG 20

	HH	HN	HL	NH	NN	NL	LH	LN	LL
HH	0,474576	0,322034	0,203	0	0	0	0	0	0
HN	0	0	0	0,393939	0,30303	0,30303	0	0	0
HL	0	0	0	0	0	0	0,424242	0,333333	0,242424
NH	0,488372	0,27907	0,233	0	0	0	0	0	0
NN	0	0	0	0,333333	0,291667	0,375	0	0	0
NL	0	0	0	0	0	0	0,354167	0,3125	0,333333
LH	0,235294	0,588235	0,176	0	0	0	0	0	0
LN	0	0	0	0,214286	0,333333	0,452381	0	0	0
LL	0	0	0	0	0	0	0,225806	0,241935	0,532258

Tablica 12. Środowa macierz prawdopodobieństw przejścia dla cen kontraktów terminowych na WIG 20

	HH	HN	HL	NH	NN	NL	LH	LN	LL
HH	0,473684	0,333333	0,192982	0	0	0	0	0	0
HN	0	0	0	0,389	0,277778	0,333333	0	0	0
HL	0	0	0	0	0	0	0,342857	0,285714	0,371429
NH	0,418605	0,325581	0,255814	0	0	0	0	0	0

NN	0	0	0	0,3	0,45	0,25	0	0	0
NL	0	0	0	0	0	0	0,177778	0,355556	0,466667
LH	0,457143	0,228571	0,314286	0	0	0	0	0	0
LN	0	0	0	0,073	0,390244	0,536585	0	0	0
LL	0	0	0	0	0	0	0,211538	0,403846	0,384615

Analiza powyższych wyników nie wskazuje na występowanie efektu weekendowego w przypadku rynku kontraktów terminowych na WIG20. W poniedziałek prawdopodobieństwo przejścia z dowolnego stanu do stanu HH nie jest istotnie wyższe niż do pozostałych stanów.
Tabela 13 prezentuje długookresowe rozkłady prawdopodobieństw dla poszczególnych dni tygodnia:

Tablica 13. Wektor prawdopodobieństw długookresowych dla cen kontraktów terminowych na WIG 20

	Po	Wt	Sr	Cz	Pi
HH	0,14504	0,15442	0,13614	0,14175	0,12324
HN	0,13627	0,12330	0,09111	0,08885	0,09326
HL	0,07232	0,08830	0,07281	0,10177	0,09268
NH	0,10718	0,11492	0,08517	0,10002	0,11301
NN	0,10149	0,09413	0,13514	0,13601	0,12079
NL	0,12088	0,10744	0,13156	0,10252	0,10821
LH	0,10141	0,09668	0,07875	0,09060	0,07294
LN	0,09179	0,09906	0,12562	0,11369	0,12796
LL	0,12363	0,12175	0,14371	0,12479	0,14790

Analizując wyniki zamieszczone w tabeli 13 można zauważyć, że osiągnięcie stanu HH w długim okresie czasu jest częstsze niż pozostałych stanów w poniedziałek, wtorek i czwartek. Natomiast środa i piątek odznacza się wysokim prawdopodobieństwem wystąpienia stanu LL.

Przeprowadzone badania pozwoliły zweryfikować hipotezę zerową H_0 : $\pi_1 = \pi_2 = ... = \pi_5$. Na podstawie relacji (15) wyznaczono długookresowe, teoretyczne prawdopodobieństwa przejścia j dla zmienności cen kontraktów terminowych na WIG20:

Tablica 14. Długookresowe, teoretyczne prawdopodobieństwa przejścia

π_{HH}	π_{HN}	π_{HL}	π_{NH}	π_{NN}	π_{NL}	π_{LH}	π_{LN}	π_{LL}
0,140118	0,106558	0,246676	0,104059	0,117514	0,221573	0,088075	0,111624	0,199699

Aby sprawdzić, czy w ciągu danego dnia rozkład prawdopodobieństw stanów zrównoważonych różni się w istotny sposób, testuje się hipotezę zerową, która zakłada, że wektor prawdopodobieństw długookresowych składa się z identycznych elementów. Zgodnie z relacją (14) obliczono empiryczne wartości statystyki chi-kwadrat dla poszczególnych dni tygodnia:

Tablica 15. Wartości statystyki chi-kwadrat dla cen kontraktów terminowych

Po	WT	SR	CZ	PI
74,79068	60,46561	117,7954	53,66058	72,7797

Przy założeniu prawdziwości hipotezy zerowej, statystyka ta ma rozkład chi-kwadrat z 8 stopniami swobody. Na poziomie istotności 0,01 należy odrzucić hipotezę zerową na korzyść hipotezy alternatywnej. Świadczy to, że w przypadku poniedziałku stan HH pojawiał się częściej niż pozostałe stany.

Nawiązując do tabeli 14 sprawdza się czy w długim okresie występują odmienne rozkłady zmienności dla dni następujących po weekendzie w stosunku do pozostałych dni tygodnia. Testuje się hipotezę zerową o identyczności długookresowych rozkładów prawdopodobieństwa dla poszczególnych dni tygodnia zgodnie z relacją (15).

Obliczono wartość sprawdzianu testu zgodnie ze wzorem (16):

$\chi 2 = 387{,}4109$, $\chi 2_{0,01;(9-1)(5-1)} \approx 59{,}703$

Na poziomie istotności 0,01 należy odrzucić hipotezę zerową na rzecz hipotezy alternatywnej, czyli wektory długookresowych prawdopodobieństw przejścia π_h dla poszczególnych dni tygodnia istotnie różnią się między sobą.

4.3 Analiza dziennej struktury zależności ceny – obroty dla kontraktów terminowych na indeks WIG 20

Klasyfikacja stanów zmienności dla badanej w tym paragrafie zależności została przeprowadzona na podstawie parametrów rozkładów zmienności cen i obrotów dla kontraktów terminowych na WIG20 , które przedstawia poniższa tabela:

Tablica 16. Podstawowe parametry klasyfikujące stany dla zależności ceny – obroty dla kontraktów terminowych na WIG 20

Nazwa	średnia	odchylenie przeciętne	parametr k_1	parametr k_2	N
Przyrost zmienności cen	-0,000013	0,009867	0,36	0,4	862
Przyrost obrotów	2,2703	702,0172	0,028	0,034	862

Do badania tego typu relacji wykorzystano metodę łańcuchów Markowa pierwszego rzędu, w której złożone stany zdefiniowano zgodnie z tabelą 3. Analogicznie jak w poprzednich paragrafach zbudowano macierze prawdopodobieństw przejścia dla poszczególnych dni tygodnia. Przykładowe macierze dla poniedziałku i środy przedstawiają tabele 17 i 18:

Tablica 17. Poniedziałkowa macierz prawdopodobieństw przejścia dla zależności ceny – obroty dla kontraktów terminowych na WIG 20

	HH	HN	HL	NH	NN	NL	LH	LN	LL
HH	0,0968	0,0000	0,0645	0,0645	0,0000	0,0968	0,1613	0,0323	0,4839
HN	0,1500	0,1500	0,0000	0,0000	0,2500	0,0500	0,0000	0,2500	0,1500
HL	0,0833	0,1667	0,0833	0,0000	0,0000	0,0833	0,1667	0,0000	0,4167
NH	0,1538	0,0769	0,3077	0,0000	0,0000	0,0769	0,0769	0,0000	0,3077
NN	0,1290	0,2903	0,0000	0,0645	0,2903	0,0968	0,0000	0,0968	0,0323
NL	0,3684	0,0000	0,0526	0,2632	0,1579	0,0526	0,0526	0,0000	0,0526
LH	0,0455	0,0909	0,2273	0,0909	0,0455	0,3182	0,0000	0,0455	0,1364
LN	0,1667	0,1111	0,0556	0,0556	0,2778	0,1111	0,0000	0,1667	0,0556
LL	0,2000	0,0286	0,2286	0,1143	0,1714	0,2000	0,0000	0,0000	0,0571

Tablica 18. Środowa macierz prawdopodobieństw przejścia dla zależności ceny – obroty dla kontraktów terminowych na WIG 20

	HH	HN	HL	NH	NN	NL	LH	LN	LL
HH	0,1026	0,0256	0,0256	0,0769	0,0000	0,1026	0,1282	0,0513	0,4872
HN	0,0000	0,1429	0,0000	0,1429	0,1429	0,0000	0,0714	0,4286	0,0714
HL	0,0714	0,0714	0,0000	0,2857	0,0000	0,0000	0,2857	0,2143	0,0714
NH	0,0476	0,0952	0,0952	0,1905	0,0952	0,2381	0,0952	0,0000	0,1429
NN	0,1071	0,2857	0,0000	0,0000	0,4643	0,0357	0,0000	0,0714	0,0357
NL	0,3810	0,0476	0,1429	0,2381	0,0000	0,0476	0,0476	0,0000	0,0952
LH	0,0870	0,0870	0,2174	0,0870	0,0000	0,2174	0,0000	0,0435	0,2609
LN	0,1429	0,2381	0,0000	0,0000	0,4286	0,0476	0,0000	0,1429	0,0000
LL	0,4500	0,0500	0,0500	0,1000	0,1000	0,0500	0,0500	0,1000	0,0500

Na podstawie wyznaczonych macierzy prawdopodobieństw przejścia dla łańcucha Markowa zgodnie z relacją (10) obliczono wektor prawdopodobieństw długookresowych:

Tablica 19. Wektor prawdopodobieństw długookresowych dla zależności ceny – obroty dla kontraktów terminowych na WIG 20

	Po	Wt	Sr	Cz	Pi
HH	0,16194	0,18772	0,15667	0,15449	0,15912
HN	0,09318	0,06534	0,12898	0,09594	0,09914
HL	0,11122	0,08339	0,04483	0,08647	0,06014
NH	0,08030	0,11969	0,09968	0,07747	0,07197
NN	0,13047	0,13670	0,17334	0,14559	0,14754
NL	0,11771	0,10867	0,07576	0,09126	0,09809
LH	0,05703	0,11312	0,06219	0,09026	0,10385
LN	0,05248	0,08525	0,11896	0,09307	0,08959
LL	0,19566	0,10012	0,13959	0,16546	0,17055

Wstępna analiza wyników zawartych w tabeli 19 wskazuje, iż w poniedziałek, czwartek i piątek długookresowe prawdopodobieństwa osiągnięcia stanów HH i LL są wyższe niż dla pozostałych stanów. W celu potwierdzenia powyższych spostrzeżeń testuje się hipotezę zerową, która zakłada, że częstość pojawiania się poszczególnych stanów zrównoważonych jest taka sama. Obliczono statystyki chi-kwadrat dla poszczególnych dni tygodnia zgodnie z relacją (14):

Tablica 20 Wartości statystyki chi-kwadrat dla cen kontraktów terminowych

Po	Wt	Sr	Cz	Pi
137,972	79,59657	118,7453	70,96773	94,0585

Na poziomie istotności 0,01 należy odrzucić hipotezę zerową na korzyść hipotezy alternatywnej. Świadczy to, że dla poszczególnych dni tygodnia najczęściej spotyka się sytuację, gdy wysokiej zmienności cen towarzyszy wysoka zmienności wolumenu obrotu kontraktami terminowymi na WIG20.

Można również sprawdzić czy w długim okresie występują odmienne rozkłady prawdopodobieństw długookresowych osiągnięcia stanów złożonych dla dni następujących po weekendzie w stosunku do pozostałych dni tygodnia. Testuje się hipotezę zerową o identyczności długookresowych rozkładów prawdopodobieństwa dla poszczególnych dni tygodnia zgodnie z relacją (15). Obliczono wartość sprawdzianu testu zgodnie ze wzorem (16):

$\chi 2 = 242{,}9822, \qquad \chi 2_{0,01;\,(9-1)(5-1)} \approx 59{,}703$

Na poziomie istotności 0,01 należy odrzucić hipotezę zerową na rzecz hipotezy alternatywnej, czyli wektory długookresowych prawdopodobieństw przejścia π_h dla poszczególnych dni tygodnia istotnie różnią się między sobą.

Podsumowanie

Dzięki badaniom przeprowadzonym na rynkach kapitałowych charakteryzujących się długą historią odkryto różne anomalia kalendarzowe świadczące o niedoskonałości rynku i przyczyniające się do nieefektywnej alokacji kapitału. Stąd rodzi się potrzeba zbadania, czy występują one również na polskim rynku kapitałowym. Wykorzystanie teorii łańcuchów Markowa do badania zależności zmienności kursu indeksu, ceny kontraktu terminowego na indeks WIG20 oraz zależności pomiędzy zmiennością ceny kontraktu a zmiennością wolumenu obrotu od dnia tygodnia pozwala zauważyć pewne prawidłowości. Metoda oparta na teorii łańcuchów Markowa daje nowe spojrzenie na to zagadnienie. Testowanie hipotezy o występowaniu czasu kalendarzowego do tej pory było rozważane przeważnie w aspekcie porównywania dziennych wartości oczekiwanych oraz wariancji stóp zwrotu kursu walutowego. Z całą pewnością trudno jest na obecnym etapie badań jednoznacznie określić czy efekt weekendowy istnieje na polskiej giełdzie czy też nie, jednak dalsze przeprowadzanie badań w

tym zakresie okaże się na pewno bardzo interesujące i cenne. Kontynuacją powyższych rozważań byłaby analiza zachowań cen instrumentów pochodnych, wolumenu obrotu oraz ich wzajemna współzależność. Jednak mała płynność tych instrumentów uniemożliwia prawidłową analizę.

Literatura

1. Campbell J.Y., Lo A. W., MacKinlay A. C.: The Econometrics of Financial Markets. Princeton University Press, Princeton, New Jersey 1997
2. Dunis Ch. (red.): Prognozowanie rynków finansowych. Oficyna Ekonomiczna, Kraków 2001
3. Fama E.: The Behavior of Stock Market Prices. „Journal of Business" Nr38/1965
4. Hamilton J.D.: Time Series Analysis. Princeton University Press, Princeton, New Jersey 1994
5. Iosifescu M.: Skończone procesy Markowa i ich zastosowania. PWN, Warszawa 1988
6. Jajuga K. (red.): Metody ekonometryczne i statystyczne w analizie rynku kapitałowego. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego, Wrocław 2000
7. Lee T.C., Judge G.G., Zellner A.: Estimating the Parameters of the Markov Probability Model from Aggregate Time Series Data. North Holland, Amsterdam 1997
8. Podgórska M., Śliwka P., Topolewski M., Wrzosek M.: Łańcuchy Markowa w teorii i w zastosowaniach. Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa 2000
9. Shiyun W., Guan L.K., Chang C.: Anew methodology for studying intraday dynamics of Nikkei index futures using Markov chains. Journal of International Financial Markets, Institutions and money 9/1999
10. Sobczyk K.: Metody dynamiki statystycznej. PWN, Warszawa 1973

ROZDZIAŁ XXV

WIELOPROCESOROWY PROBLEM SZEREGOWANIA PROGRAMÓW – ALGORYTM HEURYSTYCZNY

Zbigniew BUCHALSKI

Wprowadzenie

Od wielu lat prowadzi się intensywnie badania problematyki czasowo-optymalnego szeregowania zadań i rozdziału zasobów [1, 2, 3, 4, 6, 7]. Zadania optymalizacji zarówno dyskretnej, jak i ciągłej należą do klasy problemów bardzo trudnych zarówno z teoretycznego, jak i obliczeniowego punktu widzenia i najczęściej należą do klasy problemów NP- trudnych.

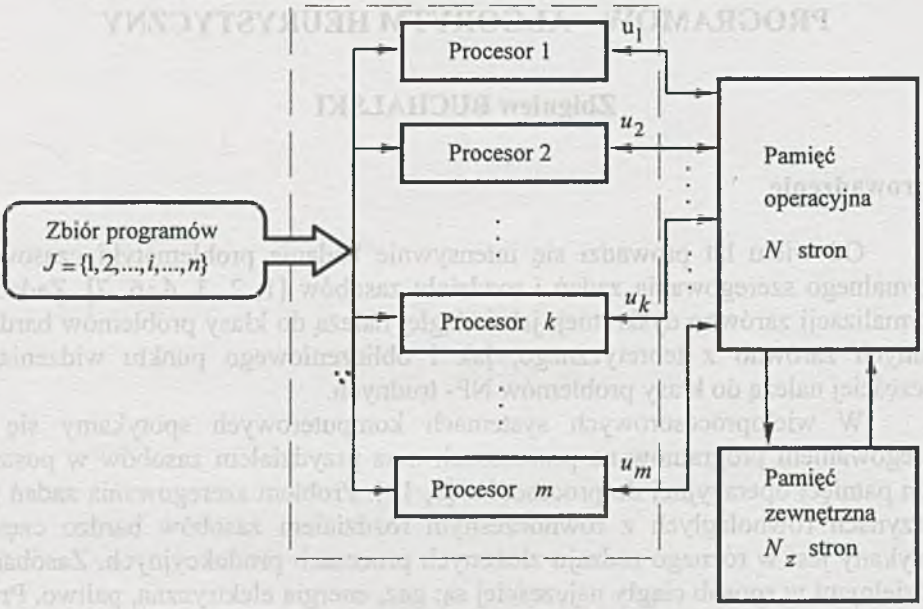
W wieloprocesorowych systemach komputerowych spotykamy się z szeregowaniem programów na procesorach oraz przydziałem zasobów w postaci stron pamięci operacyjnej do procesorów [5, 10]. Problem szeregowania zadań na maszynach równoległych z równoczesnym rozdziałem zasobów bardzo często spotykany jest w różnego rodzaju złożonych procesach produkcyjnych. Zasobami podzielnymi w sposób ciągły najczęściej są: gaz, energia elektryczna, paliwo. Przy rozwiązywaniu tych problemów występują istotne trudności natury obliczeniowej, jak również pojawiają się bardzo trudne zagadnienia rozstrzygnięcia złożoności obliczeniowej rozpatrywanych problemów.

Wyniki teorii złożoności obliczeniowej oraz rozmiar problemów praktycznych w sposób jednoznaczny eliminują z rozważań algorytmy dokładne, pozostawiając do zastosowania praktycznego jedynie algorytmy heurystyczne umożliwiające rozwiązanie postawionych problemów w krótkim czasie z zadowalającą dokładnością. Badania nad algorytmami heurystycznymi, dostarczającymi rozwiązań zagadnień, w których zastosowanie metod dokładnych jest nieefektywne lub wręcz niemożliwe, stanowią jedną z najszybciej rozwijających się gałęzi nauki [8, 9, 11].

W związku z rozwojem równoległych systemów przetwarzania informacji szczególnego znaczenia nabiera problem szeregowania programów w systemie procesorów działających równolegle. Niniejsza praca dotyczy zagadnienia czasowo-optymalnego przydziału stron pamięci operacyjnej podzielnych w sposób ciągły do m różnych procesorów równoległych. W rozdziale pierwszym formułuje się problem oraz podany jest jego model matematyczny. W rozdziale drugim przedstawiony został algorytm heurystyczny rozwiązujący postawiony problem, a w rozdziale trzecim podane zostały wyniki eksperymentów obliczeniowych przeprowadzonych na tym algorytmie.

1. Sformułowanie problemu

Rozpatrzmy wieloprocesorowy system komputerowy przedstawiony na poniższym rysunku:



Rys. 1. Wieloprocesorowy system komputerowy

Na system wieloprocesorowy nakładamy następujące założenia:

- pamięć operacyjna składa się z N stron o jednakowej objętości,
- każdy procesor może wykonywać dowolny program i ma dostęp do dowolnej strony pamięci operacyjnej,
- pamięć zewnętrzna zawiera N_z stron; $N_z > N$,
- liczba programów do wykonania jest większa od liczby procesorów; $n > m$ i każdy program wykonywany jest bez przerwań,
- strony pamięci operacyjnej są przydzielane procesorom i podczas wykonywania programów k-ty procesor może korzystać tylko z u_k stron pamięci operacyjnej jemu przydzielonych; $\sum_{k=1}^{m} u_k \le N, \quad u_k \ge 0, \quad 1 \le k \le m,$
- realizacja każdego z programów na procesorach musi następować niezwłocznie po zakończeniu wykonywania poprzedniego programu lub nastąpić w chwili zerowej, gdy program realizowany jest jako pierwszy na dowolnym z procesorów.

Niech $J = \{1,2,...,i,...,n\}$ oznacza zbiór programów, $P = \{1,2,...,k,...,m\}$ - zbiór procesorów, a $U = \{1,2,...,N\}$ - zbiór stron pamięci operacyjnej. Czas wykonywania i-tego programu na k-tym procesorze określony jest przez następującą funkcję $T_i(u_k,k)$:

$$T_i(u_k,k)=a_{ik}+\frac{b_{ik}}{u_k},\quad u_k\in U,\quad k\in P,\quad i\in J, \tag{1}$$

gdzie $a_{ik} > 0$, $b_{ik} > 0$ są parametrami charakteryzującymi i-ty program i k-ty procesor.

Przedstawiony do rozwiązania problem minimalizacyjny można scharakteryzować następująco: znajdź takie uszeregowanie programów na procesorach i taki przydział stron pamięci operacyjnej do procesorów, aby minimalizować czas T_{opt} zakończenia wykonywania całego zbioru programów J.

Jeżeli przez J_1, J_2, ... , J_k, ... , J_m oznaczymy zbiory programów realizowanych odpowiednio na 1, 2, ... , k, ... , m procesorze, to problem polega na znalezieniu takich zbiorów J_1, J_2, ... , J_k, ... , J_m i takich ilości stron pamięci operacyjnej u_1, u_2, ... , u_k, ... , u_m przydzielonych poszczególnym procesorom, które minimalizują następujące kryterium:

$$T_{opt}=\min_{\substack{J_1,J_2,\ldots,J_m\\ u_1,u_2,\ldots,u_m}}\ \max_{1\le k\le m}\left\{\sum_{i\in J_k}T_i(u_k,k)\right\} \tag{2}$$

przy następujących założeniach:

(*i*) $J_s\cap J_t=\varnothing;\quad s,t=1,2,\ldots,m,\quad s\neq t,\quad \bigcup_{k=1}^{m}J_k=J,$

(*ii*) $\sum_{k=1}^{m}u_k\le N;\quad u_k\in U,\quad k=1,2,\ldots,m,$

(*iii*) $u_1,u_2,\ldots,u_m$ – calkowite dodatnie.

Założenie (iii) do kryterium (2) sprawia, że postawiony problem jest dość skomplikowany. W celu uproszczenia problemu przyjmiemy najpierw, że strony pamięci operacyjnej u_1, u_2, ... , u_k, ... , u_m są typu ciągłego i przy tym założeniu będziemy wyznaczać rozwiązanie problemu. Zaokrąglimy następnie otrzymane wartości optymalne u_1, u_2, ... , u_k, ... , u_m do najbliższych liczb naturalnych i wówczas rozpatrywany problem sprowadzi się do następującego problemu minimalizacji dyskretno-ciągłej:

$$T_{opt}=\min_{\substack{J_1,J_2,\ldots,J_m\\ u_1,u_2,\ldots,u_m}}\ \max_{1\le k\le m}\left\{\sum_{i\in J_k}\widetilde{T}_i(u_k,k)\right\} \tag{3}$$

przy następujących ograniczeniach:

(*i*) $J_s\cap J_t=\varnothing;\quad s,t=1,2,\ldots,m,\quad s\neq t,\quad \bigcup_{k=1}^{m}J_k=J,$

(*ii*) $\sum_{k=1}^{m}u_k\le N;\quad u_k\ge 0,\quad u_k\in U,\quad k=1,2,\ldots,m,$

gdzie $\widetilde{T}_i:[0,N]\times\{1,2,\ldots,m\}\to R^+$ jest rozszerzeniem następującej funkcji: $T_i:[1,2,\ldots,N]\times\{1,2,\ldots,m\}\to R^+$ i określony jest przez funkcję:

$$\widetilde{T}_i(u_k,k)=a_{ik}+\frac{b_{ik}}{u_k},\quad u_k\in[0,N],\quad k\in P,\quad i\in J. \tag{4}$$

Przez u_k^*, J_k^*, $k=1, 2, \ldots, m$ oznaczmy rozwiązania zadania (3). W celu znalezienia tych rozwiązań pomocne będzie wykorzystanie poniższego **lematu**:

Lemat 1

Jeżeli u_k^*, J_k^*, $k=1, 2, \ldots, m$ są rozwiązaniami optymalnymi zadania (3), to:

$$(i)\quad \sum_{k=1}^{m}u_k^*=N;\quad u_k^*>0,\quad k:J_k^*\neq\varnothing,\quad k=1,2,\ldots,m,$$

$$u_k^*=0,\quad k:J_k^*=\varnothing,\quad k=1,2,\ldots,m,$$

$$(ii)\quad \sum_{i\in J_k^*}\widetilde{T}_i(u_k^*,k)=\text{const};\quad k:J_k^*\neq\varnothing,\quad k=1,2,\ldots,m.$$

Warunek (*i*) w **Lemacie 1** mówi, że w przydziale czasowo-optymalnym stron pamięci operacyjnej i programów do procesorów wykorzystuje się wszystkie N stron, a warunek (*ii*), że czasy pracy tych procesorów, które wykonują jakieś programy są identyczne.

Zdefiniujmy funkcję $F(J_1, J_2, \ldots, J_m)$ określoną dla zbiorów $J_1, J_2, \ldots, J_m$, dla których zachodzi ograniczenie (*i*) dla kryterium optymalizacji (3). Wartość tej funkcji jest rozwiązaniem następującego układu równań:

$$\begin{cases}\displaystyle\sum_{i\in J_k}a_{ik}+\frac{\sum_{i\in J_k}b_{ik}}{u_k}\triangleq F(J_1,J_2,\ldots,J_m);\quad k:J_k\neq\varnothing,\quad k=1,2,\ldots,m\\ \displaystyle\sum_{k:J_k\neq\varnothing}u_k=N;\quad u_k>0,\quad k:J_k\neq\varnothing,\quad k=1,2,\ldots,m.\end{cases} \tag{5}$$

Wykorzystując **Lemat 1** oraz (5) zadanie (3) przyjmie ostatecznie następującą postać:

$$T_{opt}=\min_{J_1,J_2,\ldots,J_m}F(J_1,J_2,\ldots,J_m) \tag{6}$$

przy następujących ograniczeniach:

$$(i)\quad J_s\cap J_t=\varnothing;\quad s,t=1,2,\ldots,m,\quad s\neq t,$$

$$(ii)\quad \bigcup_{k=1}^{m}J_k=J;\quad k=1,2,\ldots,m.$$

Jeżeli $J_1^*, J_2^*, \ldots, J_m^*$ jest rozwiązaniem zadania (6), to u_k^*, J_k^*, $k=1,2,\ldots,m$, gdzie:

$$u_k^*=\begin{cases}\dfrac{\sum_{i\in J_k^*}b_{ik}}{F(J_1^*,J_2^*,\ldots,J_m^*)-\sum_{i\in J_k^*}a_{ik}}; & k:J_k^*\neq\varnothing,\quad 1\le k\le m\\ 0 ; & k:J_k^*=\varnothing,\quad 1\le k\le m\end{cases} \tag{7}$$

jest rozwiązaniem zadania (3).

2. Algorytm heurystyczny

Procesory wchodzące w skład wieloprocesorowego systemu komputerowego różnią się pod względem szybkości wykonywania programów. Decyduje o tym liczba stron pamięci operacyjnej przydzielonych poszczególnym procesorom. Dlatego też k-ty procesor będzie tym szybszy, im więcej stron pamięci operacyjnej u_k zostanie mu przydzielonych.

Poniżej przedstawiony zostanie algorytm hurystyczny, który najpierw szereguje programy na jednakowych procesorach, tj. takich, do których przydzielona została jednakowa liczba dostępnych stron $u_i = \frac{N}{m}, k \in P$. Po tym uszeregowaniu następuje zróżnicowanie procesorów pod względem liczby przydzielonych im stron pamięci operacyjnej i sprawdzenie, czy skrócony został czas zakończenia wykonywania wszystkich programów $T_{opt.}$

Strony pamięci operacyjnej przydzielone zostają do procesorów w następujący sposób:

- miarą szybkości realizacji i-tego programu przez k-ty procesor jest tzw. współczynnik podziału stron pamięci operacyjnej β; $\beta > 1$,
- zakładamy, że procesorem najszybszym jest procesor pierwszy, a procesorem najwolniejszym jest procesor m-ty.

Jeżeli procesorowi najwolniejszemu przydzielimy u_m stron pamięci operacyjnej, to do pozostałych procesorów przydział tych stron będzie wyglądał następująco:

$$u_1 = (m-1)\cdot\beta\cdot u_m$$
$$u_2 = (m-2)\cdot\beta\cdot u_m$$
$$\vdots$$
$$u_k = (m-k)\cdot\beta\cdot u_m$$
$$\vdots$$
$$u_{m-2} = [m-(m-2)]\cdot\beta\cdot u_m = 2\beta\cdot u_m$$
$$u_{m-1} = [m-(m-1)]\cdot\beta\cdot u_m = \beta\cdot u_m .$$

Jak wiadomo, pojemność pamięci operacyjnej wynosi N stron, a zatem:

$$\sum_{k=1}^{m} u_k = N. \tag{8}$$

Rozwijając sumę (8) oraz wprowadzając do niej parametr β otrzymujemy:

$$(m-1)\cdot\beta\cdot u_m + (m-2)\cdot\beta\cdot u_m + \ldots\ldots + (m-k)\cdot\beta\cdot u_m + \ldots + 2\cdot\beta\cdot u_m + \\ + \beta\cdot u_m + u_m = N. \tag{9}$$

Z zależności (9) wyliczamy wartość u_m dla m-tego procesora, czyli procesora najwolniejszego:

$$u_m + \sum_{k=1}^{m-1}[(m-k)\cdot\beta\cdot u_m] = N,$$

a zatem procesorowi m-temu przydzielimy następującą liczbę stron pamięci operacyjnej:

$$u_m = \frac{N}{1+\sum_{k=1}^{m-1}[(m-k)\cdot\beta]}. \tag{10}$$

Pozostałe procesory otrzymują liczbę stron pamięci operacyjnej określoną następującą zależnością:

$$u_k = (m-k)\cdot\beta\cdot u_m, \quad k = 1,2,...,m-1. \tag{11}$$

Przedstawiony powyżej sposób przydziału stron pamięci operacyjnej do procesorów wykorzystany zostanie w algorytmie heurystycznym, którego kolejne kroki są następujące:

Krok 1. Oblicz czasy wykonywania programów na poszczególnych procesorach $T_i(u_k,k) = a_{ik} + \frac{b_{ik}}{u_k}$, $i \in J$, $k \in P$ dla zadanej wartości $u_k = \frac{N}{m}$ i losowo generowanych parametrów a_{ik}, b_{ik}.

Krok 2. Uszereguj malejąco czasy wykonywania poszczególnych programów i utwórz listę L tych programów.

Krok 3. Oblicz średni czas $T_{śr}$ wykonywania programów przez każdy z procesorów wg wzoru:

$$T_{śr} = \frac{\sum_{i=1}^{n} T_i(u_k,k)}{m}; \quad i \in J, k \in P, u_k = \frac{N}{m}.$$

Krok 4. Przydziel na przemian najdłuższy i najkrótszy program z listy L do pierwszego wolnego procesora aż do momentu, gdy suma czasów realizacji programów przez ten procesor nie przekroczy wartości $T_{śr}$ i usuń te programy z listy L.

Krok 5. Do procesora, na którym ostatnio odbywało się szeregowanie programów przydziel dodatkowo taki najdłuższy program z listy L (o ile istnieje), aby sumaryczny czas realizacji programów przez ten procesor nie przekroczył $T_{śr}$ i usuń ten program z listy L. Jeżeli nie można znaleźć takiego programu na liście L, to przejdź do **kroku 7**.

Krok 6. Jeżeli lista L się jeszcze nie wyczerpała to wróć do **kroku 5**.

Krok 7. Jeżeli istnieje procesor, któremu nie przydzielono jeszcze żadnych programów, to wróć do **kroku 4**. W przeciwnym wypadku przejdź do **kroku 8**.

Krok 8. Jeżeli lista L nie została jeszcze wyczerpana, to kolejne programy z tej listy przydziel do procesorów wg algorytmu *LPT* (Longest Processing Time) aż do momentu wyczerpania się listy tych programów.

Krok 9. Oblicz czas zakończenia wykonywania wszystkich programów T_{opt} dla uszeregowania programów na procesorach utworzonego w **krokach 4÷8** i dla $u_k = \frac{N}{m}$.

Krok 10. Dla zadanego współczynnika β przydziel strony u_k, $k \in P$ poszczególnym procesorom wyliczone z zależności (10) i (11).

Krok 11. Dla uszeregowania programów na procesorach utworzonego w **krokach 4÷8** i dla liczby stron u_k przydzielonych procesorom w **kroku 10** oblicz czas zakończenia wykonywania wszystkich programów T_{opt}.

Krok 12. Powtórz **krok 10** i **krok 11** dla następnych dziewięciu zwiększających się kolejno wartości współczynnika β. Po zakończeniu tych prób przejdź do **kroku 13.**

Krok 13. Porównaj wartości czasów zakończenia wykonywania programów T_{opt} z kolejnych prób i wybierz najkrótszy z tych czasów.

Krok 14. Wyznacz dyskretne liczby stron $\hat{u}_k$, $k \in P$ według zależności:

$$\hat{u}_{\alpha(k)} = \begin{cases} \lfloor u_{\alpha(k)} \rfloor + 1; & k = 1, 2, \ldots, \Delta, \\ \lfloor u_{\alpha(k)} \rfloor \quad ; & k = \Delta + 1, \Delta + 2, \ldots, m, \end{cases}$$

gdzie $\Delta = N - \sum_{j=1}^{m} \lfloor u_j \rfloor$ oraz α jest permutacją elementów zbioru $P = \{1,2,\ldots,m\}$ taką, że $u_{\alpha(1)} - \lfloor u_{\alpha(1)} \rfloor \geq u_{\alpha(2)} - \lfloor u_{\alpha(2)} \rfloor \geq \ldots \geq u_{\alpha(m)} - \lfloor u_{\alpha(m)} \rfloor$. Jeżeli istnieją takie procesory, którym przydzielono zerowe liczby stron pamięci operacyjnej, to przydziel każdemu z tych procesorów po jednej stronie pobierając je z kolejnych procesorów poczynając od procesora, któremu przydzielono największą liczbę stron pamięci operacyjnej.

3. Wyniki eksperymentów obliczeniowych

Przedstawiony w pracy algorytm heurystyczny poddano ocenie. Dla dziesięciu zwiększających się kolejno wartości współczynnika podziału stron pamięci operacyjnej z przedziału [2, 3, 4,..., 20] parametry a_{ik}, b_{ik} charakteryzujące i-ty program i k-ty procesor wylosowane zostały ze zbioru {2.0, 2.2, ... , 8.0} przez generator o jednostajnym rozkładzie prawdopodobieństwa. Zadano liczbę programów n = 30, 60, 90, 120 i liczbę procesorów m = 2, 4, 6, 8, 10 oraz liczbę stron pamięci operacyjnej N = 1000. Dla każdej kombinacji n i m wygenerowano 30 instancji. Rezultaty analizy porównawczej algorytmu heurystycznego przedstawionego w niniejszej pracy i znanego z literatury algorytmu *LPT* przedstawione zostały w Tab. 1.

Tablica 1. Wyniki analizy porównawczej algorytmu heurystycznego i algorytmu *LPT*

n/m	Liczba instancji, dla których:			Δ^H	S^H	S^{LPT}
	$T_{opt}^H < T_{opt}^{LPT}$	$T_{opt}^H = T_{opt}^{LPT}$	$T_{opt}^H > T_{opt}^{LPT}$	%	sek	sek
30/2	17	1	12	1,9	1,9	1,6
60/2	18	0	12	2,7	2,8	2,4

90/2	17	2	11	3,1	4,2	4,0
120/2	19	1	10	3,9	6,8	6,4
30/4	20	0	10	1,9	2,2	2,1
60/4	16	2	12	2,6	3,7	3,4
90/4	18	1	11	3,0	5,1	4,8
120/4	18	1	11	3,8	7,9	7,1
30/6	19	2	9	2,1	2,9	2,5
60/6	17	1	12	2,9	4,1	3,8
90/6	20	0	10	3,7	5,4	5,0
120/6	19	0	11	4,4	8,2	7,9
30/8	17	1	12	2,2	3,1	2,8
60/8	19	2	9	2,4	4,6	4,5
90/8	17	2	11	2,8	6,9	6,5
120/8	18	0	12	3,9	10,1	8,4
30/10	18	1	11	2,4	3,8	2,9
60/10	19	2	9	2,9	5,9	4,8
90/10	16	2	12	3,6	8,6	7,2
120/10	17	1	12	4,3	12,8	11,6

W Tab. 1. występują następujące wielkości:

m – liczba procesorów,

n – liczba programów,

T_{opt}^{H} – czas zakończenia wykonywania wszystkich programów ze zbioru J przy wykorzystaniu algorytmu heurystycznego,

T_{opt}^{LPT} – czas zakończenia wykonywania wszystkich programów ze zbioru J przy wykorzystaniu algorytmu *LPT*,

Δ^{H} – średnia procentowa poprawa czasu T_{opt}^{H} w stosunku do czasu T_{opt}^{LPT} wyrażona następującym wzorem: $\Delta^{H} = \frac{T_{opt}^{LPT} - T_{opt}^{H}}{T_{opt}^{H}} \cdot 100\%$,

S^{H} – średni czas obliczeń dla algorytmu heurystycznego,

S^{LPT} – średni czas obliczeń dla algorytmu *LPT*.

Podsumowanie

Przedstawione w poprzednim rozdziale pracy eksperymenty obliczeniowe wykazały, że efektywność szeregowania programów na równoległych procesorach na bazie zaproponowanego w pracy algorytmu heurystycznego uległa poprawie w stosunku do szeregowania za pomocą znanego z literatury algorytmu *LPT*. Kilkuprocentowa poprawa czasu T_{opt}^{H} w stosunku do T_{opt}^{LPT} może być zachętą do dalszych prac nad efektywnymi algorytmami heurystycznymi.

Zastosowanie przedstawionego algorytmu heurystycznego jest wskazane przede wszystkim dla systemów a dużej liczbie programów, gdyż wówczas średnia

procentowa poprawa Δ'' jest największa. Zaproponowany w pracy algorytm może służyć zarówno do szeregowania programów w wieloprocesorowych systemach komputerowych, jak i do rozdziału operacji na stanowiska produkcyjne wyposażone w odpowiednie maszyny w dyskretnym systemie produkcyjnym..

Literatura

1. Błażewicz J.: Złożoność obliczeniowa problemów kombinatorycznych. WNT, Warszawa 1988.
2. Błażewicz J., Dell'Olmo P., Drozdowski M., Speranza M. G. : Scheduling multiprocessor tasks on three dedicated processors. Information Processing Letters 41, 1992, pp. 275-280.
3. Błażewicz J., Drabowski M., Węglarz J.: Scheduling multiprocessor tasks to minimize schedule length. IEEE Transactions on Computers C-35, 1986, pp. 389-393.
4. Boctor F. F.: A new and efficient heuristic for scheduling projects will resources restrictions and multiple execution models. European Journal of Operational Research, vol. 90, 1996, pp. 349-361.
5. Buchalski Z.: Optimization of programs scheduling and primary memory allocation in multiprocessing computer systems. Information Systems Architecture and Technology ISAT'98, Wrocław 1998, pp. 246-253.
6. Janiak A.: Single machine scheduling problem with a common deadline and resource dependent release dates. European Journal of Operational Research, vol. 53, 1991, pp. 317-325.
7. Janiak A., Kovalyov M.: Single machine scheduling subject to deadlines and resources dependent processing times. European Journal of Operational Research, 1996, vol. 94, pp. 284-291.
8. Józefowska J., Węglarz J.: On a methodology for discrete-continuous scheduling. European Journal of Operational Research, vol. 107, 1998, pp. 338-353.
9. Józefowska J., Mika M., Różycki R., Waligóra G., Węglarz J.: Rozwiązywanie dyskretno-ciągłych problemów rozdziału zasobów przez dyskretyzację zasobu ciągłego. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej Nr 1474, seria – Automatyka, Gliwice 2000, z. 129, str. 221-229.
10. Krawczyk H., Kubale M.: An approximation algorithm for diagnostic test scheduling in multicomputer systems. IEEE Trans. Comp., C-34, 1985, pp. 869-872.
11. Nowicki E., Smutnicki C.: The flow shop with parallel machines. A Tabu search approach, European Journal of Operational Research 106, 1998, pp. 226-253.

Polskie Towarzystwo Informatyczne

Oddział Górnośląski

ul. Raciborska 3, 40-074 Katowice
tel./fax: +48 32 2519811
www.pti.katowice.pl
Katowice@pti.org.pl