

Marzena Kramarz

Modelowanie i symulacja kooperacji w sieciach produkcyjno-logistycznych

Ekonomiczne Problemy Usług nr 87, 414-523

2012

Artykuł został opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej bazhum.muzhp.pl, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

MARZENA KRAMARZ

Politechnika Śląska

**MODELOWANIE I SYMULACJA KOOPERACJI
W SIECIACH PRODUKCYJNO-LOGISTYCZNYCH**

Wprowadzenie

Adaptowanie się przedsiębiorstw dystrybucyjnych do zmian w otoczeniu mikro i makro wymaga często podejmowania decyzji o nawiązywaniu współpracy w sieci z przedsiębiorstwami posiadającymi substytucyjne bądź komplementarne zasoby. W artykule podjęta została dyskusja nad modelowaniem podwykonawstwa z perspektywy przedsiębiorstwa dystrybucyjnego dla potrzeb kompleksowego realizowania niepewnych zamówień. Badania prowadzone były w sektorze dystrybucji wyrobów hutniczych. Uwagę skoncentrowano na dystrybutorach realizujących zadania tradycyjnej hurtowni poszerzone o zadania związane z odroczonej produkcją, cięcie wzdłużne i poprzeczne oraz gięcie. W literaturze zarządzania podmioty te nazywane są często koordynatorami lub integratorami, natomiast w branży hutniczej określane są centrami serwisowymi. Przedsiębiorstwo bazowe będzie więc rozumiane jako podmiot, który łączy na określony czas lub w celu wykonania określonego działania własne i wyspecjalizowane obce zasoby i kompetencje¹.

W modelowaniu symulacyjnym zaprezentowanym w artykule skoncentrowano się na pozyskiwaniu zasobów komplementarnych względem zasobów integratora. Sieci dystrybucji w rozdziale 1 scharakteryzowano, uwzględniając literaturę z zakresu współpracy przedsiębiorstw, partnerstwa logistycznego oraz podwykonawstwa i dla potrzeb modelowania w rozdziale 2 uzasadniono dynamikę systemów

¹ J.W.M. Bertrand, V. Sridharan, *A study of simple rules for subcontracting in make-to-order manufacturing*, European Journal of Operational Research 2001, No. 128, 509–531.

zarządzania. Rozdział 3 obejmuje eksperymenty symulacyjne i omówienie wyników badań.

1. Współpraca w sieciach dostaw

Jedną z przesłanek tworzenia się sieci jest odpowiedź na zmienne preferencje nabywców, co wymusza nieustanne różnicowanie produktów. Część ogniw łańcucha dostaw jest zmuszona podejmować kooperację z dotychczasowymi konkurentami, by sprostać zgłaszanym przez klientów potrzebom. W przemyśle hutniczym wiąże się to zwłaszcza ze współdziałaniem dystrybutorów, określanym między innymi jako podejmowanie działań wzajemnie zgodnych i uzupełniających się, w szczególności poprzez wzajemne uzupełniania się w zakresie unikatowych zasobów (w tym zwłaszcza związanych z realizacją zadań odroczonej produkcji)². W związku z tym kooperacja w obszarze dystrybucji jest dążeniem do wzrostu elastyczności oraz wykorzystania synergicznych efektów współdziałania.

Specjalizacja i podwykonawstwo w sieciach wpływają bez wątpienia na wzrost znaczenia logistyki, konfigurację systemów logistycznych i kształtowanie strategii logistycznych. Indywidualizacja popytu, rozwój nowych form sprzedaży, wyłanianie się nowych, oryginalnych sektorów, powstawanie nowych nisz rynkowych to procesy stwarzające szanse dla firm. Jednocześnie, aby szanse te mogły być w odpowiednim czasie wychwycone i wykorzystane, niezbędne są właściwie zorganizowane systemy logistyczne stanowiące mocną stronę organizacji. Współczesne definiowanie takich systemów wykracza poza zasoby logistyczne będące własnością danej organizacji. Jako kluczowe zasoby organizacji coraz częściej wymieniane są relacje międzyorganizacyjne.

Istotą budowania długotrwałych relacji między przedsiębiorstwami jest określenie zasad partnerstwa. Cechy udanego partnerstwa to m.in.:

- uczciwość,
- uszanowanie różnic,
- wzajemnie zaspokajanie potrzeb i dobra komunikacja,
- solidność, fachowość i dobre chęci.

R.M. Kanter uważa, że sukces w układach partnerskich można określić za pomocą ośmiu wyznaczników ujętych w zasadach udanego partnerstwa; zaprezentowano je w tabeli 1. Wszystkie te zasady znajdują zastosowanie w partnerstwie logistycznym.

² M. Kramarz, W. Kramarz, *Wskaźnik logistycznej obsługi klienta jako miernik sprawności integratora sieci dystrybucji*, w: *Nowoczesność przemysłu i usług*, red. J. Pyka, TNOiK, Katowice 2011.

Tabela 1

Zasady udanego partnerstwa między organizacjami

Zasada	Interpretacja
Indywidualna doskonałość	Każdy z partnerów pragnie wnieść coś wartościowego do związku, a nie ukryć swoje słabości czy uniknąć trudnej sytuacji
Znaczenie	Partnerzy mają wspólne cele, w których osiągnięciu główną rolę odgrywa ich związek
Współzależność	Partnerzy potrzebują siebie nawzajem. Dysponują komplementarnymi zasobami i umiejętnościami, które mogą wspólnie udoskonalać
Inwestycja	Partnerzy inwestują w siebie nawzajem. Oferując swoje zasoby, dają dowód długoterminowej więzi i podkreślają jej znaczenie oraz swój w niej udział
Informacja	Partnerzy dzielą się informacjami umożliwiającymi funkcjonowanie relacji. Informacje dotyczą zagadnień strategicznych, technicznych, konfliktowych i rynkowych
Integracja	Partnerzy tworzą szeroką więź i łączą się na wszystkich poziomach organizacji, co pozwala im na niezakłóconą współpracę. Stają się dla siebie zarówno uczniami, jak i nauczycielami
Instytucjonalizacja	Relacja partnerska ma status formalny z jasno określoną odpowiedzialnością i procesami decyzyjnymi. Więź wykracza poza osoby, które zainicjowały i nie zostaje przerwana na zasadzie kaprysu
Integralność	Partnerzy zachowują się w sposób honorowy, który uzasadnia i pogłębia wzajemne zaufanie. Nie czynią niewłaściwego użytku z informacji, do której mają dostęp, ani nie podważają wzajemnie swojego znaczenia

Źródło: R.M. Kanter, *Collobrative Advantage: The Art. Of Alliances*, „Harvard Business Review” 1994, Vol. 72, No. 4, s. 100.

Partnerstwo logistyczne podkreślane jest w literaturze zarówno w badaniach dotyczących łańcuchów dostaw, jak i sieci kształtowanych na poszczególnych szczeblach, w tym sieci zaopatrzenia, produkcyjnych, dystrybucyjnych. W sieciach produkcyjno-logistycznych kooperacja dotyczy zarówno współpracy w realizacji zadań produkcyjnych (jako podwykonawstwo), jak i zadań logistycznych (jako partnerstwo logistyczne). Taka charakterystyka sieci dotyczy zwłaszcza sieci dystrybucji, w której realizowane są zadania odroczonej produkcji. Wzrastająca złożoność systemów dystrybucji wynika między innymi ze specjalizacji przedsiębiorstw i niepewności popytu, które to czynniki powodują, że wiele łańcuchów dostaw decyduje się przesunąć ostatni etap procesów produkcyjnych odpowiedzialny za różnicowanie produktu w stronę przedsiębiorstw dystrybucyjnych.

2. Podwykonawstwo w sieci dystrybucji – założenia modelu

Podwykonawstwo w sieciach współpracujących przedsiębiorstw jest rozważane zwłaszcza w literaturze zarządzania operacyjnego i zarządzania produkcją. Chen

i Li (2008) zaproponowali model decyzji podwykonawstwa i harmonogramowania. W proponowanym modelu operacje produkcyjne, sposoby realizacji zamówienia i przyjmowania zamówień od grupy klientów określone są na początku okresu harmonogramowania. Autorzy uwzględniają w modelu determinanty zamówień pozwalające na uporządkowanie ich pod względem priorytetów realizacji i możliwości zlecenia podwykonawcom. Analizowali rezultaty różnych opcji podwykonawstwa. Autorzy zaproponowali jednocześnie koordynatora takiej sieci, oceniając w tej roli producenta i dystrybutora. Koordynator jest podmiotem przyjmującym zlecenia i podejmującym decyzję o sposobie ich realizacji w oparciu o własne lub podwykonawcy zasoby. Praktyka podwykonawstwa i *outsourcingu* jest powszechna. Podwykonawstwo zmniejsza wymagania inwestycyjne, a także zmniejsza finansowe ryzyko firm. Jednocześnie przy ograniczonych inwestycjach pomaga poprawić reakcję przedsiębiorstwa na potrzeby klienta. Model harmonogramowania zadań z opcją podwykonawstwa jest szczególnie istotny dla produktów wrażliwych na zmianę mody (np. zabawki, ubrania, wysoka technologia), ale także takich, które są sprzedawane w bardzo krótkich seriach, sezonowo (produkty budowlane), stąd też są istotne w niektórych segmentach branży hutniczej.

Podobnie jak w modelu Chen i Li (2008) w opracowaniu modelu dla sieci dystrybucji wyrobów hutniczych uwzględniono problem czasu produkcji, który jest limitowany zdolnościami produkcyjnymi producenta i może być niesatysfakcjonujący do zaspokojenia końcowych potrzeb klientów. W modelu Chen i Li (2008) uwzględniono kilka identycznych linii produkcyjnych dostępnych w zakładzie produkcyjnym podmiotu bazowego, umożliwiających realizację zadań w ramach infrastruktury produkcyjnej koordynatora, a ponadto takie same linie produkcyjne dostępne u ściśle określonych subkontraktorów. Autorzy minimalizowali końcowe koszty realizacji zamówień.

Modelowanie podwykonawstwa w sieci dystrybucji wyrobów hutniczych dotyczyło natomiast pozyskania zasobów podwykonawców, komplementarnych względem zasobów przedsiębiorstwa bazowego (centrum serwisowego), w celu zwiększenia kompleksowości realizowanych zamówień, a co za tym idzie – zmniejszenia zamówień niezrealizowanych. Tym samym model ten różni się od modelu proponowanego przez Chen i Li (2008). Komplementarność daje jakość dopasowania przez różnicowanie. Zasoby są więc komplementarne, jeśli są różne w drodze, która może być kombinowana do kreowania wyższej wartości.

Symulowanie skutków potencjalnych decyzji zasobowych wymaga tworzenia modeli przyczynowo-skutkowych i prowadzenia na nich określonych eksperymentów. Spośród wymienionych metod symulacyjnych, uwzględniając sformułowany problem badawczy, szczególną uwagę zwrócono na symulację z wykorzystaniem Dynamiki Systemów Zarządzania. Dynamikę systemów w naukach o zarządzaniu zapoczątkował Forrester (1958), a następnie rozpropagował Senge (1990). W swoich pracach zauważyli, że struktura sprzężeń zwrotnych generuje wzorce zachowań.

Trudności w znajdowaniu związków przyczynowo-skutkowych związane są z faktem, że skutki działań powstają często po upływie czasu, co utrudnia identyfikację przyczyn. Dynamika systemu podlega na jego zmianie wraz z upływem czasu.

Dynamika systemów zarządzania używa specyficznej metody opisu systemu, bazując na dwóch kategoriach: strumień, poziom. Poziomy reprezentują zmienne stanu będące obserwowalnymi wielkościami systemu, a strumienie (akcje) systemu powodują zmiany wartości poziomów³. Wymienione kategorie opisu są nieodzowne do utworzenia mikrostruktury pętli sprzężeń i w ten sposób całego systemu. W praktyce użyteczne jest wprowadzenie pewnej dodatkowej kategorii opisu zwanej zmienną pomocniczą. Zmienne te reprezentują pośrednie etapy procesu określania wartości natężeń strumieni według przyjętych reguł (polityk decyzyjnych) transformujących informacje o stanie systemu i jego otoczenia. Reguły decyzyjne opisują sposoby podejmowania decyzji sterujących przepływami w systemie, a więc pokazują, jakie informacje o stanie systemu i jego otoczenia generują decyzje powodujące działania w systemie.

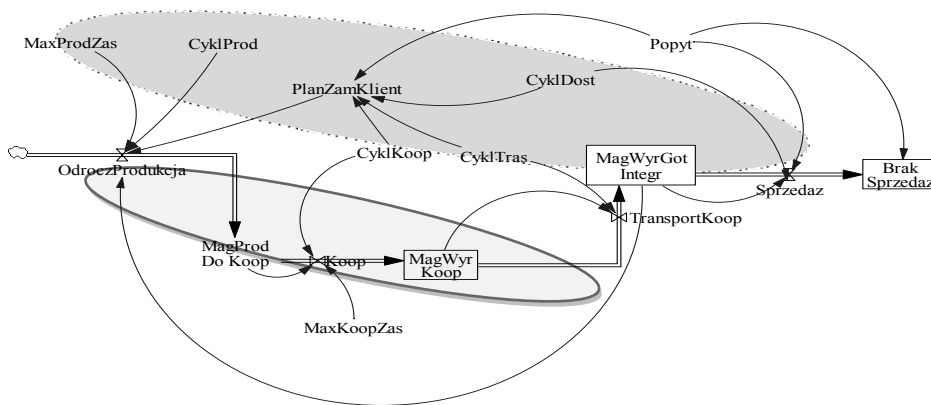
3. Symulacja podwykonawstwa w sieci dystrybucji wyrobów hutniczych

W modelu zaprezentowanym w artykule zamówienia wymagające zdolności produkcyjnych niedostępnych w przedsiębiorstwie bazowym generują decyzję o podwykonawstwie. W modelu uwzględniono czas realizacji zamówienia u podwykonawcy uwzględniający czas dostawy i kompletacji zamówienia. Czas ten wahał się w granicach jednego tygodnia. Jako istotną cechę kształtowanych relacji potraktowano stopień formalizacji współpracy, uwzględniając współpracę formalną w oparciu o umowy kooperacyjne oraz współpracę nieformalną. Wskazano, że typ relacji istotnie wpływa na dostępność zasobu partnera. Model dotyczy przedsiębiorstwa dystrybucyjnego realizującego odroczonej produkcję. Zgłaszany popyt (wpływające zamówienia klienta) jest podstawą do ustalania planu produkcji, który bezpośrednio steruje procesem produkcyjnym. Celem zasadniczym jest pełne zrealizowanie wpływających do przedsiębiorstwa zamówień w wyznaczonym standardzie czasowym nieprzekraczającym trzech tygodni. Dąży się do redukcji utraconej sprzedaży. Proces realizacji zamówień z uwzględnieniem zasobu kooperanta zostaje uruchomiony po wpłynięciu zamówień do integratora. W zależności od typu współpracy zamówienie u podwykonawcy przebiega albo zgodnie z ustaleniami zawartymi w umowie kooperacyjnej (dostępność zasobowa na poziomie 50 ton), albo w przypadku współpracy nieformalnej – zgodnie z aktualnie dostępnymi mocami wytwórczymi (dostępność zasobowa jest zmienną losową i waha się od 30 do

³ J. Rokita, *Dynamika zarządzania organizacjami*, Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej w Katowicach, Katowice 2009.



70 ton). W obydwu przypadkach zamówienie wysyłane jest do magazynu przedsiębiorstwa bazowego po wcześniejszej kompletacji. W przypadku umowy kooperacyjnej ustalono minimalną partię dostaw na poziomie 30 ton. Współpraca nieformalna pozwala na uruchomienie dostawy od 10 ton.

Modelowanie symulacyjne przeprowadzono w programie Vensim (rysunek 1). Model został wykorzystany do eksperymentu polegającego na zmianie wartości zmiennych modelu w zależności od wahań popytu. W modelowaniu uwzględniono dwa stany opisujące popyt: popyt stabilny (zmiennosc w przedziale $<0-20\%>$), popyt niestabilny (zmiennosc w przedziale $(20-50\%>$).



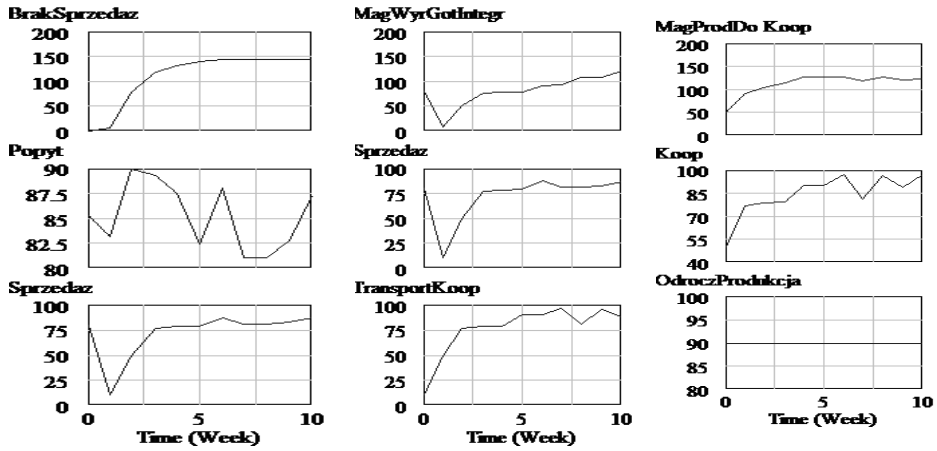
Gdzie: MaxProdZas – maksymalne zdolności produkcyjne, CyklProd – cykl produkcyjny, PlanZamKlient – plan w oparciu o zamówienia klienta, CyklKOOop – cykl kooperacji (obejmujący proces produkcyjny i kompletację zamówienia), CyklTransp – cykl transportowy, TransportKoop – proces transportowy pomiędzy magazynem wyrobów gotowych podwykonawcy, magazynem wyrobów gotowych przedsiębiorstwa bazowego, MagProdDoKoop – Magazyn półproduktów przeznaczonych do wysyłki do podwykonawcy,

MagWyrKoop – magazyn wyrobów gotowych podwykonawcy, MatWyrGotIntegr – magazyn wyrobów gotowych przedsiębiorstwa bazowego, MaxKoopZas – maksymalne dostępne dla przedsiębiorstwa bazowego zdolności produkcyjne podwykonawcy

-  Przedsiębiorstwo bazowe
-  Podwykonawca

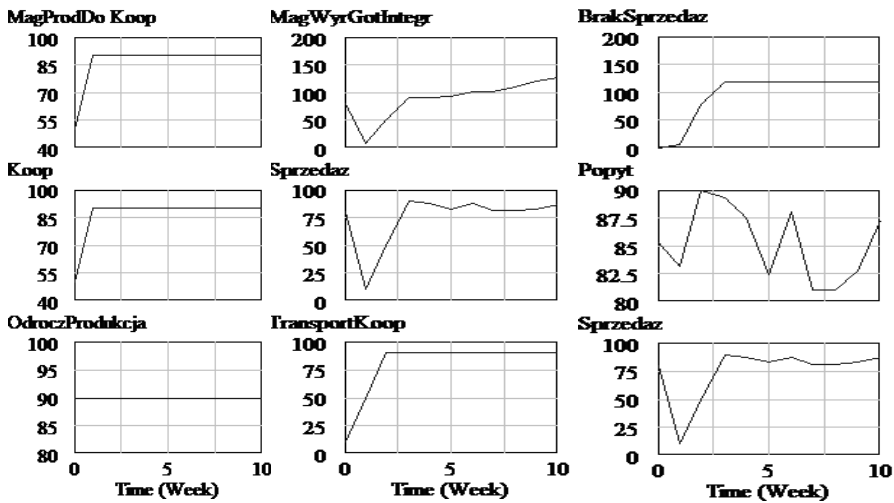
Rys. 1. Model podwykonawstwa dla motywu pozyskania komplementarnych zasobów

Źródło: opracowanie własne.



Rys. 2. Wyniki eksperymentu dla podwykonawstwa w oparciu o relacje nieformalne

Źródło: opracowanie własne.



Rys. 3. Wyniki eksperymentu dla podwykonawstwa w oparciu o relacje formalne (umowa kooperacyjna)

Źródło: opracowanie własne.

Przebieg eksperymentów (rysunek 2 i 3) wskazuje, że przy ograniczonych wahaniami popytu (do 20%) zarówno przy umowie formalnej, jak i nieformalnej dotyczącej zasobów komplementarnych pierwsza faza współpracy, wymagająca skoordynowania procesów, wykazuje pogorszenie niezawodności zrealizowanych zamówień. W obydwu przypadkach w miarę upływu czasu kompletnie zrealizowane zamówienia wzrastają, stabilizując się w przypadku umowy formalnej na poziomie 90%, natomiast w przypadku umowy nieformalnej na poziomie 80%. Przy założeniach przyjętych w badaniach kooperacja formalna przynosi zawsze większe korzyści niż współpraca nieformalna. Posiadanie umowy kooperacyjnej zapewnia równomierne obciążenie zasobów integratora. W badaniach nie uwzględniono jednakże kosztów związanych z zamrożeniem zdolności produkcyjnych u kooperanta. W przypadku popytu niestabilnego utracona sprzedaż dla współpracy nieformalnej jest wyższa niż współpracy w oparciu o umowę kooperacyjną. Jest to wynik zmiennej dostępności zasobów kooperanta, z którym nie zawarto umowy kooperacyjnej.

Podsumowanie

Obsługa części segmentów odbiorców wyrobów hutniczych wymaga różnicowania produktu pod specyficzne potrzeby odbiorców. Produkty hutnicze, zgodnie ze strategią opóźnionej dyferencjacji, różnicowane także na etapie dystrybucji. Węzły sieci obrotu wyrobami hutniczymi rozbudowywane są w oparciu o kryterium elastyczności łańcuch dostaw. Motyw nawiązywania współpracy w celu podwykonawstwa części operacji produkcyjnych dotyczy zwłaszcza zapotrzebowania na komplementarne zasoby produkcyjne. Relacje z podwykonawcami mogą być budowane w oparciu o umowy kooperacyjne bądź też nieformalnie.

Badania wykazały, że współpraca formalna, która stanowi w sektorze dystrybucji wyrobów hutniczych niecałe 40% budowanych relacji, jest korzystna, zarówno w sytuacji niewielkiej zmienności popytu, jak i popytu niestabilnego. Luźne relacje pomiędzy elementami systemu (współpraca nieformalna) przynoszą większe korzyści, w przypadku gdy przedsiębiorstwa stają przed nieprzewidywanymi sytuacjami, w tym przed dużą zmiennością popytu. Złożoność systemów logistycznych w sieciach współpracujących przedsiębiorstw pozwala na kombinację tych dwóch sposobów kształtowania więzi, co z jednej strony pozwala na zachowanie stabilności i względnej równowagi w wąskim obszarze organizacji połączonych silnymi więziami (współpracą kooperacyjną), a z drugiej zaś na szerokie możliwości elastycznego reagowania dzięki luźnemu kojarzeniu organizacji dla realizacji zadań trudno prognozowanych lub wynikających z wychwytywania okazji rynkowych.

Literatura

1. Bertrand J.W.M., Sridharan V., *A study of simple rules for subcontracting in make-to-order manufacturing*, European Journal of Operational Research 2001, No. 128.
2. Carvalho T., Powell W., *A multiplier adjustment method for dynamic resource allocation problems*, „Transportation Science” 2000, No. 34/2.
3. Chen Z.L., Li Ch.L., *Scheduling with subcontracting options*, IIE Transactions 2008, 40.
4. Harrison A., van Hoek R., *Zarządzanie logistyką*, PWE, Warszawa 2010.
5. Kanter R.M., *Collaborative Advantage, The Art of Alliances*, „Harvard Business Review” 1994, Vol. 72, No. 4.
6. Kramarz M., Kramarz W., *Wskaźnik logistycznej obsługi klienta jako miernik sprawności integratora sieci dystrybucji*, w: *Nowoczesność przemysłu i usług*, red. J. Pyka, TNOiK, Katowice 2011.
7. Rokita J., *Dynamika zarządzania organizacjami*, Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej w Katowicach, Katowice 2009.
8. Shapiro J.F., *Modelling the Supply Chain*, Duxbury 2001.
9. Surana A., Kumara S., Greaves M., Raghavan U., *Supply chain network, A complex adaptive systems perspective*, „International Journal of Production Research” 2005, Vol. 43.
10. Szymczak M., *Partnerstwo logistyczne w układach kooperacyjnych*, „Gospodarka Materiałowa i Logistyka” 2004, nr 9.
11. Tan B., Gershwin S.B., *Production and subcontracting strategies for manufacturers with limited capacity and volatile demand*, Annals of Operations Research 2004, 125.

**THE MODELLING AND THE SIMULATION OF COOPERATION
IN PRODUCTION/LOGISTIC NETWORKS**

Summary

In the article they considered shaping network relations for the motive for acquiring resources of partners for the purposes of the timely and complete order processing. They showed that the type of the relation indeed influenced the availability of the store of the partner. Types of the relation between partners online were assessed from a perspective of the number of lost orders. Distribution networks were characterized including the postponed production. Simulation modeling was conducted based on the model of dynamics of systems.

Translated by Marzena Kramarz

MARZENA KRAMARZ, WŁODZIMIERZ KRAMARZ

Politechnika Śląska

TECHNIKI SYMULACYJNE W MODELOWANIU PROCESÓW BIZNESOWYCH W SIECIACH PRODUKCYJNO-LOGISTYCZNYCH

Wprowadzenie

Złożoność produktów, indywidualizacja i wielowariantowość stanowią istotne problemy współczesnych systemów produkcyjno-logistycznych. Ponadto wahania popytu i niepewność otoczenia mikro i makro utrudniają projektowanie procesów biznesowych i realizację głównego celu logistycznego, jakim jest skuteczne realizowanie zamówień klientów. Przez skuteczne realizowanie procesów logistycznych rozumie się terminowe, pewne, kompletne i elastyczne dostarczenie produktu do klienta.

Projektowanie sieci na poszczególnych poziomach łańcucha dostaw (zaopatrzenie, produkcja i dystrybucja) jest wyzwaniem strategicznym, a także ma swoje konsekwencje w zarządzaniu operacyjnym, w tym w sterowaniu przepływami materiałowymi.

W artykule rozważono możliwości wykorzystania technik symulacyjnych dla modelowania procesów w sieciach współpracujących przedsiębiorstw. W rozdziale 1 szczególną uwagę zwrócono na dynamikę systemów zarządzania oraz modelowanie zdarzeń i procesów oraz wskazano zastosowanie technik symulacyjnych w obszarze strategicznej konfiguracji sieci dystrybucji. Rozdział 2 jest próbą konceptualizacji modelu symulacyjnego dla potrzeb modelowania przepływów materiałowych i informacyjnych w sieci logistyczno-produkcyjnej. Badania prezentowane w artykule prowadzone są w ramach projektu badawczego własnego *System informatyczny wspomagający sterowanie przepływami materiałowymi w sieci na przykładzie wyrobów hutniczych*.

1. Dynamika Systemów Zarządzania w modelowaniu symulacyjnym kooperacji w sieciach produkcyjno-logistycznych

W problematyce zarządzania łańcuchem dostaw (SCM) modelowanie symulacyjne dotyczy zwłaszcza modelowania poziomu zapasów, rozmieszczenia węzłowych obiektów sieci (magazynów i zakładów produkcyjnych) w celu optymalnego pokrycia rynku i symulacji kosztów transportowych w zależności od konfiguracji sieci dostaw. Stąd też wykorzystywane są różne techniki modelowania symulacyjnego. Trzy najbardziej popularne klasy to: Dynamika Systemów Zarządzania, Agent Base Modelling oraz symulacja zdarzeń dyskretnych (Discret Events). W niektórych publikacjach autorzy łączą różne modele dla uzyskania bardziej kompleksowego efektu. Rabelo et al. (2008) zaproponowali metodykę pozwalającą identyfikować przyczyny, które stymulują zachowanie się systemu inne niż przewidywane, łącząc na poszczególnych etapach analizy różne techniki symulacyjne. Autorzy opracowali kilka wariantów decyzyjnych, które eliminują lub stymulują pewne zachowania wynikające z zakłóceń w systemie. Analizowali zachowanie łańcucha dostaw w następujących fazach: zastosowanie dynamiki systemów, analiza, identyfikacja i kategoryzacja czynników zmian, badanie zmienności parametrów systemów dla różnych stanów, identyfikacja potencjalnych możliwości modyfikacji w układzie łańcucha dostaw w odniesieniu do redukcji lub stymulowania niestabilnych zachowań. Uwzględniając wyniki badań Rabelo et al. (2008), w artykule podkreślono dwa problemy decyzyjne: pierwszy występujący na poziomie strategicznym, związanym z projektowaniem systemu logistyczno-produkcyjnego dla potrzeb realizacji zadań odroczonej produkcji, a drugi na poziomie operacyjnym, związanym z problemem reakcji na zakłócenia pojawiające się na etapie konfiguracji dostępnych w sieci zasobów dla potrzeb realizacji zleceń.

Warianty decyzji zasobowych (strategicznym) związanych z inwestycjami w infrastrukturę logistyczno-produkcyjną w literaturze rozważane są między innymi poprzez włączenie sieciowej bazy zasobów (wspólnota zasobów)¹. Van Mieghem (2008) badał możliwości przenoszenia i kombinacji zasobów dla lepszej odpowiedzi na niepewne wydarzenia, włączając w warianty decyzyjne kooperację w sieci w celu pozyskania wyspecjalizowanych zasobów partnerów i inwestycję we własne elastyczne zasoby. Można więc zauważyć, że warianty decyzyjne analizowane przez Van Mieghema (2008) są zbieżne z przedstawianymi wariantami w tym rozdziale. W modelu zaprezentowanym w tym rozdziale nie uwzględniono jednakże elastyczności zasobów, skoncentrowano się natomiast na wahaniach popytu jako istotnym motywie budowania relacji sieciowych, a także uwzględniono dwie formy kooperacji (w oparciu o umowę kooperacyjną i współpracę nieformalną), stąd też

¹ R. Van Mieghem, *Newsvendor networks: Inventory Management and Capacity Investment with Discretionary Activities* 2008.

metodyka badań zaproponowana do analizy konfiguracji takiego złożonego systemu jest odmienna niż w pracy Van Mieghema (2008).

Dobierając technikę symulacji dla tak zdefiniowanego problemu badawczego (dobór formy relacji dla potrzeb pozyskania zasobu substytucyjnego w celu ograniczenia utraconej sprzedaży w warunkach popytu stabilnego oraz znacznych wahań popytu), szczególną uwagę zwrócono na Dynamikę Systemów Zarządzania.

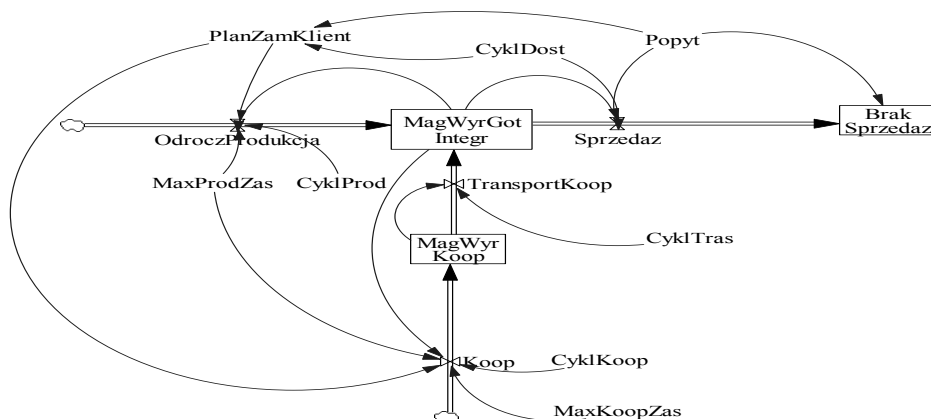
W modelowaniu symulacyjnym zaprezentowanym w tym rozdziale skoncentrowano się na pozyskiwaniu przez przedsiębiorstwo bazowe zasobów (dystrybutor wyrobów hutniczych realizujący zadania odroczonej produkcji) substytucyjnych względem tego zasobu, który cechuje się zdolnościami produkcyjnymi niewystarczającymi do pełnego zaspokojenia potrzeb zgłaszanych przez klientów. Zasób ten pozyskiwany jest poprzez kooperację. Analizowano dwie najbardziej popularne formy nawiązywania współpracy w tej branży: współpracę formalną w oparciu o umowy kooperacyjne oraz współpracę nieformalną. Uwzględniono zależność pomiędzy typem relacji a dostępnością zasobu partnera. W zależności od wielkości wpływających zamówień, uwzględniając limit zasobu będącego w posiadaniu przedsiębiorstwa bazowego oraz stan magazynu wyrobów gotowych, uruchamiana jest kooperacja. Celem zasadniczym jest pełne zrealizowanie wpływających do przedsiębiorstwa zamówień w wyznaczonym standardzie czasowym, nieprzekraczającym 3 tygodni. Tym samym dąży się do redukcji utraconej sprzedaży.

Proces realizacji zamówień z uwzględnieniem zasobu kooperanta zostaje uruchomiony po wpłynięciu zamówień przekraczających stan magazynowy i zdolności zasobowe przedsiębiorstwa. W zależności od typu współpracy zamówienie u kooperanta przebiega albo zgodnie z ustaleniami zawartymi w umowie kooperacyjnej (dostępność zasobowa na poziomie 30 ton), albo w przypadku współpracy nieformalnej – zgodnie z aktualnie dostępnymi mocami wytwórczymi (dostępność zasobowa jest zmienną losową). W obydwu przypadkach zamówienie wysyłane jest do magazynu integratora po wcześniejszej kompletacji. W przypadku umowy kooperacyjnej ustalono minimalną partię dostaw na poziomie 30 ton. Kooperacja nieformalna pozwala na uruchomienie dostawy od 10 ton.

Modelowanie symulacyjne przeprowadzono w programie Vensim (rysunek 1). W eksperymencie badano wpływ wahań popytu na ilość realizowanych terminowo zamówień. Wartości, które wzięto pod uwagę przy eksperymentach, ustalono na podstawie badań ankietowych zrealizowanych w 2010 roku w sektorze dystrybucji wyrobów hutniczych w Polsce oraz statystycznych danych branżowych. W modelowaniu uwzględniono dwa spośród trzech stanów zmienności popytu według reguły Pareto: popyt stabilny (zmienność w przedziale $<0-20\%>$), popyt niestabilny (zmienność w przedziale $(20-50\%>$). Nie uwzględniono trzeciego stanu zmienności – popyt całkowicie niestabilny o wahaniami przekraczających 50%, gdyż takich stanów systemu nie odnotowano w danych rzeczywistych. Przyjęto, że granicznymi

wartościami wykorzystania zasobów, które stanowią motyw nawiązania kooperacji, jest przynajmniej 80-procentowe wykorzystanie zasobów.

Przebieg eksperymentów wykazał, że wraz ze zmiennością popytu wzrasta znaczenie współpracy w zakresie zasobów substytucyjnych. Przy założeniach przyjętych w badaniach kooperacja formalna przynosi zawsze większe korzyści niż współpraca nieformalna. Posiadanie umowy kooperacyjnej zapewnia równomierne obciążenie zasobów integratora. W przypadku popytu niestabilnego utracona sprzedaż dla współpracy nieformalnej jest wyższa niż współpracy w oparciu o umowę kooperacyjną. Jest to spowodowane zmienną dostępnością zasobów kooperanta, z którym nie zawarto umowy kooperacyjnej. W związku z tym w opracowaniu koncepcji modelu kooperacji (rozdział 4) dla potrzeb analizy zakłóceń w przepływach materiałowych uwzględniono wyłącznie współpracę formalną.



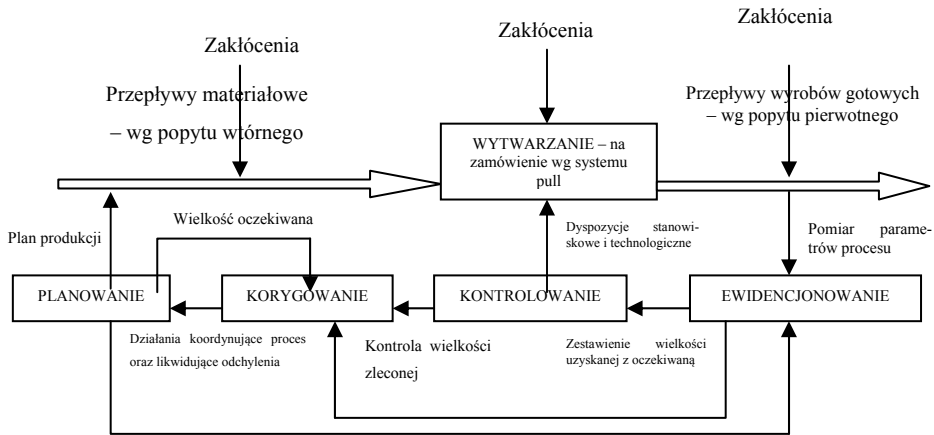
Gdzie: OdroczProdukcja – odroczonej produkcja, MagWyrGotIntegr – magazyn wyrobów gotowych integratora, Brak Sprzedaz – utracona sprzedaż, MaxProdZas – maksymalne zdolności produkcyjne zasobu integratora, CyklProd – cykl produkcyjny, CyklDost – cykl realizacji zamówienia, PlanZamKlient – plan zamówień klientów, CyklKoop – cykl produkcyjny kooperatora, TransportKoop – cykl transportowy integrator – kooperator, MaxKoopZas – maksymalne zdolności produkcyjne kooperatora, MagWyrKoop – magazyn wyrobów gotowych kooperatora

Rys. 1. Model współpracy integrator – kooperant

Źródło: opracowanie własne z wykorzystaniem pakietu Vensim.

2. Konceptualizacja modelu symulacji sterowania przepływami materiałowymi w sieci

Sterowanie przepływami materiałowymi w sieci logistyczno-produkcyjnej wymaga opracowania sposobu reakcji organizacji na zakłócenia pojawiające się w trakcie przebiegu procesu realizacji zleceń i podwykonawstwa. Analiza zakłóceń w przepływach materiałowych w sieci współpracujących przedsiębiorstw wymagać będzie identyfikacji czynników determinujących przebieg procesu realizacji zamówienia. Ogólny schemat procesów realizacji zamówienia w systemie produkcyjno-logistycznym przedstawiono na rysunku 2.



Rys. 2. Ogólny schemat układu sterowania przepływem materiałowym w systemie produkcyjno-logistycznym

Źródło: opracowanie własne.

Plan stanowi normę układu sterowania zawierającą wykaz asortymentu, wielkość zlecaną i oczekiwaną produkcji, termin wykonania oraz parametry technologiczne, kontrolne i sterujące, do których zalicza się między innymi: wielkość partii, cykl produkcyjny oraz wielkość zapasów w toku. Pomiar parametrów obrazujących realizację procesu produkcji jest podstawą decyzji koordynujących przepływy materiałowe. Likwidacja odchyłeń może być realizowana poprzez dyspozycje stanowiące, materiałowe lub parametry techniczne operacji bez zmiany wielkości planowanych. Innym wariantem działań regulującym przepływ i zmierzającym do wyrównania wielkości oczekiwanej z uzyskiwaną jest korekta przyjętych norm. Korygowanie warunków realizacji procesu produkcji jest najradykałniejszym działaniem zmierzającym do zmiany algorytmu operacyjnego planowania produkcji.

Zakłócenia w złożonym systemie produkcyjno-logistycznym (sieci) identyfikowane są zarówno na wejściu do systemu, w przepływach materiałowych w systemie, jak i na wyjściu z systemu. W literaturze logistycznej zakłócenia w przepływach dyskutowane są niezwykle rzadko. Najwięcej dyskusji w tym obszarze odnosi się do definiowania ryzyka w procesach logistycznych. Tang (2006) rozważa Zarządzanie Ryzykiem w Łańcuchu Dostaw (SCRM) jako zbiór wszystkich rodzajów zdarzeń, które mogą wywołać nieplanowane zmiany w systemie począwszy od czynników operacyjnych wewnątrzorganizacyjnych, a skończywszy na czynnikach losowych, takich jak katastrofy, terroryzm itd. Podobnie inni autorzy specjalizujący się w zarządzaniu ryzykiem w łańcuchu dostaw jako źródła ryzyka przyjmują szeroką bazę potencjalnych zakłóceń, zwracając jednakże uwagę, że nie wszystkie takie zdarzenia wymagają nadzwyczajnego zaangażowania zasobów przedsiębiorstwa. W miarę wzrostu zainteresowania różnymi formami współpracy w sieciach i w łańcuchach dostaw pojawiają się badania wskazujące relacje międzyorganizacyjne jako jedno ze źródeł powstawania zakłóceń powodujących odchylenia w procesach logistycznych i produkcyjnych². Ze względu na złożoność procesów produkcyjnych realizowanych w kooperacji z innymi przedsiębiorstwami prowadzenie badań na rzeczywistym systemie produkcyjnym jest niezwykle trudne, czasochłonne i kosztowne. Modele symulacyjne umożliwiają natomiast prowadzenie analizy procesu poprzez poddawanie go nowym warunkom. Szczególnie w przypadku złożonych elastycznych systemów produkcyjnych modyfikacje wyposażenia technologicznego i projektowanie algorytmów sterowania wygodniej jest przeprowadzić na podstawie modeli symulacyjnych³.

Problem analizy zakłóceń jest wieloetapowy i obejmuje identyfikację: miejsca pojawiania się czynnika zakłócającego, elementu, który jest źródłem zakłóceń, zakłócenia (trudność w funkcjonowaniu procesu), odchylenia (jako skutków zakłóceń), strat (związanych z pojawianiem się odchylenia). Czynniki zakłócające to wszelkie nieoczekiwane zdarzenia mające destrukcyjny wpływ na system, wywołujące zmianę stanu systemu w kierunkach dalekich od stanu równowagi lub celu działalności. Źródła zakłóceń podzielono na kategorie czynników endogenicznych związanych z charakterystyką zamówienia, charakterystyką przedsiębiorstwa bazowego i charakterystyką partnera oraz czynniki egzogeniczne związane z otoczeniem procesu realizacji zamówień (tabela 1).

² S. Min, A. Roath, P. Daugherty, S. Genchev, H. Chen, A. Arndt, Richey R. Richey, *Supply Chain Collaboration, What's happening?*, „The International Journal of Logistics Management” 2005, Vol. 16 (2).

³ R. Zdanowicz, *Dobór oprogramowania do modelowania i symulacji procesów wytwarzania*, „Pomiary Automatyka i Robotyka” 2006, nr 1.

Tabela 1

Podsumowanie zakłóceń w procesie produkcyjno-logistycznym

Skutki zakłóceń	Nierytmicność procesu, wydłużenie cyklu produkcyjnego, nadmierne zapasy	
Odchylenia	postój na stanowisku → wahania wydajności	
Czynnik zakłócający	brak materiału wadliwy, zamówienia prognozowane niezgodne z rzeczywistymi, awaria maszyny, absencja pracowników, dostępność zasobu kooperanta	
Źródło endogeniczne zakłócenia	przeływy informacyjne, proces produkcyjny, proces logistyczny	
Źródło egzogeniczne zakłócenia	dostawca, cechy zamówienia, klient, Wahania cyklu koniunkturalnego, stopy procentowe, inflacja, kongestia, warunki atmosferyczne, katastrofy i inne	

Źródło: opracowanie własne.

Dla tak zdefiniowanego problemu sterowania przepływami, uwzględniając kooperujące podmioty oraz zidentyfikowane źródła zakłóceń, opracowano wstępne założenia modelu symulacyjnego pozwalającego śledzić wpływ różnych konfiguracji zakłóceń na rzeczywiste przebiegi procesów materiałowych. Jako narzędzie adekwatne do zdefiniowanego problemu wybrano modelowanie zdarzeń i procesów w sieci z wykorzystaniem oprogramowania ARENA. Kryteria, które brano były pod uwagę przy doborze oprogramowania, to stosunek ceny do zakresu możliwości budowy modeli symulacyjnych (w tym obejmujących: graficzne budowanie modelu, programowe budowanie modelu, nieograniczoną wielkość modelu, język programowania, planowanie procesu produkcyjnego, planowanie dostaw, zautomatyzowaną optymalizację modelu, kreatory tworzenia modelu i symulacji, interaktywne poszukiwanie błędów, planowanie eksperymentu oraz rozszerzających modelowanie procesów produkcyjnych o: zaopatrzenie, bezpieczeństwo produkcji, gospodarkę materiałową, dystrybucję).

Wyniki modelowania przepływów materiałowych w systemie produkcyjnym z wykorzystaniem technik symulacji zdarzeń i procesów, w tym także z wykorzystaniem oprogramowania Arena, są dyskutowane w literaturze od wielu lat. Publikacje wskazują na dotychczasowy zakres modelowania i symulacji procesów produkcyjnych i potwierdzają skuteczność tej techniki w modelowaniu procesów produkcyjnych przedsiębiorstwa. Problem sformułowany w konsekwencji rozważania na poziomie operacyjnym przepływów w sieci współpracujących przedsiębiorstw,

w tym kooperujących w zakresie podwykonawstwa wybranych operacji produkcyjnych, rozszerza dotychczasowe modele sterowania, włączając w system logistyczno-produkcyjny kooperujące z przedsiębiorstwem bazowym organizacje. Tak złożony system, w którym elementami jest kilka organizacji, wymaga uwzględnienia dostępności zasobów poszczególnych elementów tego systemu, wpływu typu relacji na dostępność zasobów i pojawiające się zakłócenia pomiędzy poszczególnymi elementami systemu (organizacjami kooperującymi w sieci). Ponadto jako źródła endogeniczne zakłóceń w systemie wytypowano zarówno procesy produkcyjne, jak i logistyczne, a także przepływy informacyjne. Na wytypowane źródła endogeniczne zakłóceń wpływ mają zmienne egzogeniczne, takie jak: kongestie, PKB, stopy procentowe, inflacja, kursy walutowe, katastrofy, warunki atmosferyczne i inne. Wstępne badania wpływu tych zmiennych na kształtowane relacje w sieci przeprowadzono na etapie konfiguracji sieci na poziomie strategicznym. Szczegółowy wpływ tych elementów na zmienne endogeniczne, a także analiza korelacji pomiędzy zmiennymi endogenicznymi, egzogenicznymi a pojawiającymi się zakłóceniami w sieci produkcyjno-logistycznej przeprowadzona zostanie w kolejnym etapie badań.

Podsumowanie

Zaproponowana metodyka analizy konfiguracji sieci współpracujących przedsiębiorstw dystrybucyjnych realizujących zadania odroczonej produkcji uwzględnia problemy logistyczno-produkcyjne dotyczące zarządzania operacyjnego oraz strategicznego. Wskazane techniki symulacyjne dobrano adekwatnie do postawionych problemów decyzyjnych. Poziom strategiczny wskazuje na ogólną konfigurację systemu przy uwzględnieniu wahań popytu, natomiast poziom operacyjny dotyczy sterowania przepływami w już zaprojektowanej strukturze. W pierwszym przypadku, uwzględniając poziom uogólnienia, a także konieczność śledzenia wpływu sprzężeń zwrotnych na wyjście systemu (skuteczność integratora, która w założeniu ma zmierzać do ograniczenia utraconej sprzedaży), były przesłanką do wyboru techniki symulacji – Dynamika Systemów Zarządzania. Sformułowanie problemu na poziomie zarządzania operacyjnego wymagało doboru techniki umożliwiającej szczegółowe badania procesu i zdarzeń. Koncepcja modelu symulacyjnego procesów w sieci współpracujących przedsiębiorstw uwzględnia zakłócenia identyfikowane wokół czynników endogenicznych i egzogenicznych. Model sterowania uwzględnia także siłę zakłócenia według oceny wpływu na system (reakcja na poziomie dostępnych buforów, reakcja na poziomie buforów nadzwyczajnych, reakcja na poziomie zmiany konfiguracji struktury systemu). Proponowana metodyka będzie rozwijana i uściślana poprzez eksperymenty prowadzone w ramach projektu

badawczego własnego dla przypadków sieci dystrybucji z odroczonej produkcją w sektorze dystrybucji wyrobów hutniczych.

Literatura

1. Ciszak O., *Komputerowo wspomagane modelowanie i symulacja procesów produkcyjnych*, Zeszyty Naukowe Politechniki Poznańskiej, Budowa Maszyn i Zarządzanie Produkcją nr 6, Poznań 2007.
2. Kelton W.D., Sadowski R.P., Sadowski D.A., *Simulation with Arena*, Mc Graw-Hill Companies, Inc., New York 2002.
3. Min S., Roath A., Daugherty P., Genchev S., Chen H., Arndt A., Richey R., *Supply Chain Collaboration, What's happening?*, „The International Journal of Logistics Management” 2005, Vol. 16 (2).
4. Rabelo L., Helal M., Lertpattarapong C., Moraga R., Sarmiento A., *Using system dynamics, neutral nets and eigenvalues to analyse supply chain behavior. A case study*, „International Journal of Production Research” 2008, No. 46 (1).
5. Zdanowicz R., *Dobór oprogramowania do modelowania i symulacji procesów wytwarzania*, „Pomiary Automatyka i Robotyka” 2006, nr 1.
6. Tang C., *Perspectives in Supply Chain Risk Management*, „International Journal of Production Economics” 2006, No. 103.
7. Van Mieghem R., *Newsvendor networks, Inventory Management and Capacity Investment with Discretionary Activities* 2008.

SIMULATION TECHNIQUES IN THE MODELLING OF BUSINESS PROCESSES IN LOGISTIC/PRODUCTION NETWORKS

Summary

The article considers possibilities of using simulation techniques for modelling processes in networks of cooperating enterprises. The proposed methodology of analysing the network configuration of cooperating distribution enterprises which complete postponed production tasks takes into account logistics and production problems affecting the operations management and strategic management. Simulation techniques indicated in the article were selected adequately to the posed decision problems.

Translated by Marzena Kramarz

KRZYSZTOF MAŁECKI

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny

SYSTEM DO MODELOWANIA EKONOMICZNYCH ASPEKTÓW PRZEPISÓW RUCHU DROGOWEGO NA SKRZYŻOWANIU O RUCHU OKRĘŻNYM

Wprowadzenie

Intensywny rozwój motoryzacji i wzrastające natężenie ruchu drogowego zmuszają do ulepszania istniejących oraz szukania nowych rozwiązań dotyczących poprawy organizacji ruchu drogowego. Cenionym rozwiązaniem poprawiającym w znacznym stopniu przepustowość ruchu jest skrzyżowanie o ruchu okrężnym, popularnie zwane rondem. Składa się ono z placu w kształcie koła lub w kształcie zbliżonym do koła, okolonego drogą jednokierunkową, do której dochodzą promienie drogi. Swoją konstrukcją ogranicza prędkość jazdy oraz zapewnia kierującą lepszą widoczność, co znacznie podnosi poziom bezpieczeństwa. Według danych statystycznych na skrzyżowaniach o ruchu okrężnym występuje 5 razy mniej wypadków niż na innych skrzyżowaniach, a liczba ofiar śmiertelnych zmniejsza się o ponad 95%.

Jednakże zaobserwować można, iż skrzyżowanie o ruchu okrężnym sprawia uczestnikom ruchu wiele trudności. Powodem występowania takich sytuacji jest brak jasnych regulacji prawnych określających zasady poruszania się na rondach. Niejednoznaczność przepisów powoduje, że instruktorzy szkół nauki jazdy uczą kursantów w odmienny sposób, co w dalszej konsekwencji powoduje różne zachowania kierowców na tego typu skrzyżowaniach.

Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie wpływu regulacji prawnych na ekonomiczne aspekty przeciętnego użytkownika pojazdu. Aby to osiągnąć, autor opracował program do symulacji okrężnego ruchu drogowego i wykonał badania dotyczące czasu przebywania na rondzie w zależności od zastosowanych przepi-

sów¹. Zwiększony czas przebywania na rondzie jest jednym z wielu czynników powodujących niezadowolenie uczestników ruchu (w kontekście zwiększonego zużycia paliwa, a co za tym idzie, większych wydatków). W skali pojedynczego pojazdu i pojedynczej sytuacji być może nie ma to większego znaczenia, ale należałoby poczynić obliczenia dla mieszkańców dzielnicy, miasta czy całego kraju.

1. Określenie przedmiotu badań

Przedmiotem badań jest skrzyżowanie o ruchu okrężnym znajdujące się w Szczecinie u zbiegu ulicy ks. Piotra Skargi, alei Wyzwolenia, ulic Stanisława Staszica oraz ks. Hugona Kołłątaja.



Rys. 1. Plan sytuacyjny badanego obszaru (z zaznaczoną numeracją dróg wykorzystywaną w dalszej części niniejszego artykułu).

Źródło: program nawigacyjny Automapa.

Skrzyżowanie posiada dwa pasy ruchu i skupia pięć dróg dojazdowych w następującej konfiguracji (numeracja zgodna z rysunkiem 1),

¹ Ustawą regulującą przepisy poruszania się w ruchu drogowym jest ustawa Prawo o ruchu drogowym (DzU 05.108.908) wprowadzona 20 czerwca 1997 roku i potocznie zwana „kodeksem drogowym”.

- jeden pas zjazdowy i dwa pasy wjazdowe,
- dwa pasy zjazdowe i dwa pasy wjazdowe,
- dwa pasy zjazdowe i dwa pasy wjazdowe,
- jeden pas zjazdowy i dwa pasy wjazdowe,
- jeden pas zjazdowy i dwa pasy wjazdowe.

2. Krótkie przedstawienie opracowanego systemu

Opracowane oprogramowanie umożliwia przeprowadzenie symulacji ruchu na skrzyżowaniu o ruchu okrężnym. Użytkownik ma możliwość określenia parametrów ronda, a także zasad na nim panujących. Program podzielony jest na dwie części: nawigacyjną oraz wizualną. System posiada wiele opcji i parametrów, których ustawienie ma wpływ na przebieg symulacji. Wynik symulacji zapisywany jest do pliku tekstowego, a zawarte są w nim dane (np. czas trwania symulacji, liczba samochodów na rondzie, liczba pojazdów, które w momencie zakończenia symulacji znajdowały się na rondzie, i wiele innych) można, w dalszej kolejności, wykorzystać do analizy ruchu, wyznaczenia trendów itd. Więcej na temat aplikacji można przeczytać w artykule *The Effectiveness of Lane Selection in Roundabout*².

3. Określenie wybranych parametrów opracowanego systemu umożliwiających badanie czasu pobytu pojazdów na skrzyżowaniu o ruchu okrężnym

Opracowany system umożliwia określenie (wagowo) udziału kierowców wjeżdżających danym wlotem na rondo względem wszystkich wlotów. Możliwe także jest określenie dla każdego z wlotów liczby pojazdów (wagowo) zmierzających do konkretnego wylotu. Dzięki temu możliwe jest symulowanie rzeczywistego poruszania się pojazdów na rondzie. W programie dostępna jest opcja „Procent samochodów wjeżdżających na rondo na zewnętrzny pas”, która określa procentowy udział aut, które bez względu na docelowy zjazd poruszają się po zewnętrznym pasie ronda. Zmiana tego parametru wykaże, przy jakiej wartości czas pobytu na rondzie będzie najdłuższy. Wartość 0% (symulacja 1, tabela 3) określa, że wszystkie auta poruszają się według następujących zasad:

- jeżeli kierujący pojazdem ma zamiar opuścić rondo pierwszym, najbliższym wlotem, to musi zająć zewnętrzny pas, wjeżdżając na rondo;
- jeżeli kierujący pojazdem ma zamiar opuścić je innym niż najbliższym wlotem, to powinien zająć wewnętrzny pas, wjeżdżając na rondo. Zbliżając

² K. Małecki, J. Wątróbski, *The Effectiveness of Lane Selection in Roundabout*, Metody Informatyki Stosowanej 2009, nr 3.

się do właściwego wylotu powinien tuż po minięciu ostatniego wylotu poprzedzającego wylot docelowy zmienić pas na zewnętrzny (oczywiście manewr ten powinien być zasygnalizowany).

Natomiast wartość ustawiona na 100% (symulacja 2, tabela 4) oznacza, że wszyscy uczestnicy ruchu poruszają się zewnętrznym pasem bez względu na zjazd, którym zamierzają opuścić skrzyżowanie.

Kolejna opcja, „Prawy pas ronda dla zjeżdżających w najbliższy wylot”, określa zewnętrzny pas ronda jako służący tylko i wyłącznie do zjazdu w najbliższy wylot. Dzięki zastosowaniu tej opcji pojazdy znajdujące się na środkowym pasie ronda mają możliwość bezpośredniego zjazdu z niego. Zastosowanie tej opcji uniemożliwia określenie wartości dla opcji „Procent samochodów wjeżdżających na rondo na zewnętrzny pas”, ponieważ prawy pas będą zajmować tylko pojazdy zjeżdżające najbliższym wylotem.

4. Badania eksperymentalne

Obie symulacje uwzględniające wyżej omówione zasady zostały przeprowadzone celem pozyskania materiału do porównania, a wyniki przedstawione w prezentowanych tabelach i na rysunkach.

Ilościowy aspekt symulacji (liczba pojazdów wjeżdżających i zjeżdżających na skrzyżowanie z poszczególnych ulic) prezentują tabele 1 i 2.

Tabela 1

Liczba pojazdów wjeżdżających z poszczególnych kierunków

Nr wjazdu	Pojazdy wjeżdżające	Waga (%)
1	160	12,62
2	220	17,35
3	392	30,91
4	208	16,40
5	288	22,71
suma	1268	100,00

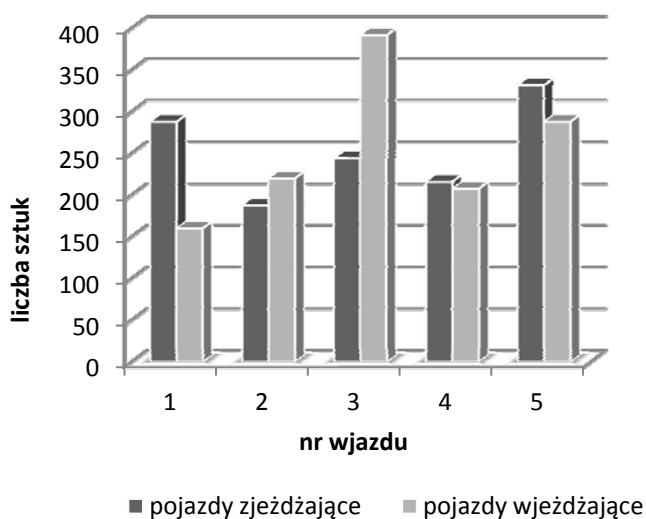
Źródło: opracowanie własne.

Tabela 2

Liczba pojazdów zjeżdżających w poszczególne kierunki

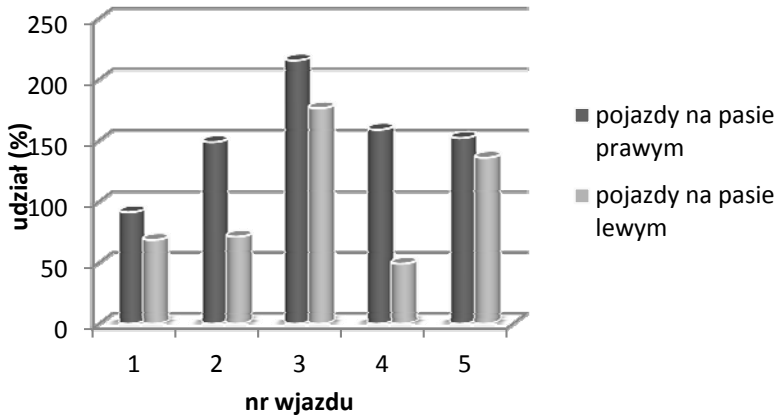
Nr zjazdu	Pojazdy zjeżdżające	Waga (%)
1	288	22,71
2	188	14,83
3	244	19,24
4	216	17,03
5	332	26,18
suma	1268	100,00

Źródło: opracowanie własne.



Rys. 2. Stosunek samochodów wjeżdżających do samochodów zjeżdżających na poszczególnych zjazdach

Źródło: opracowanie własne.



Rys. 3. Charakterystyka zajmowania możliwych pasów wjazdowych na poszczególnych wlotach

Źródło: opracowanie własne.

Otrzymane wyniki dowodzą, iż zmiana zasad regulujących poruszanie się na rondzie ma znaczący wpływ na średni czas pobytu pojazdu na takim skrzyżowaniu. W dalszej konsekwencji ma to wpływ np. na wydatki poniesione na paliwo, co przy stale rosnącej cenie jest znaczącym elementem kosztowym wśród wydatków miesięcznych każdego użytkownika pojazdu.

Analizując szczegółowo drugą symulację, można zauważyć, że samochody, wjeżdżając na skrzyżowanie, ustawiały się głównie na lewym pasie wjazdowym. Wynikiem czego pojazdy mające zamiar skręcić w najbliższy wyjazd mogły szybko opuścić skrzyżowanie, nie czekając w kolejce wraz z pozostałymi pojazdami. Co prawda samochody, które zmierzały do wyjazdów położonych dalej niż pierwszy możliwy, czekały w (stosunkowo) dłuższej kolejce, jednak kolejka ta przemieszczała się w dość szybkim tempie. W rezultacie średni czas oczekiwania był krótszy w stosunku do średniego czasu uzyskanego w symulacji pierwszej.

Tabela 3

Czas pobytu pojazdu na rondzie podczas pierwszej symulacji

Konfiguracja	Min.	Maks.	Średni
Z wlotu 1 do wlotu 1	34,434	161,611	65,087
Z wlotu 1 do wlotu 2	29,243	148,164	61,686
Z wlotu 1 do wlotu 3	26,150	139,842	63,882
Z wlotu 1 do wlotu 4	22,994	164,833	54,817
Z wlotu 1 do wlotu 5	22,100	82,330	46,803
Z wlotu 2 do wlotu 1	30,243	517,091	211,289
Z wlotu 2 do wlotu 2	50,803	515,224	205,658
Z wlotu 2 do wlotu 3	28,050	544,592	208,444
Z wlotu 2 do wlotu 4	30,550	547,266	254,297
Z wlotu 2 do wlotu 5	40,090	572,089	198,759
Z wlotu 3 do wlotu 1	30,500	444,441	213,829
Z wlotu 3 do wlotu 2	41,799	459,831	212,818
Z wlotu 3 do wlotu 3	40,250	470,629	200,175
Z wlotu 3 do wlotu 4	31,100	408,232	196,678
Z wlotu 3 do wlotu 5	32,702	442,671	209,102
Z wlotu 4 do wlotu 1	28,328	153,612	72,641
Z wlotu 4 do wlotu 2	24,524	187,554	69,633
Z wlotu 4 do wlotu 3	22,100	175,457	61,411
Z wlotu 4 do wlotu 4	31,902	193,203	65,222
Z wlotu 4 do wlotu 5	29,450	170,508	74,966
Z wlotu 5 do wlotu 1	28,002	130,268	57,496
Z wlotu 5 do wlotu 2	25,994	154,012	57,181
Z wlotu 5 do wlotu 3	23,200	134,217	52,016
Z wlotu 5 do wlotu 4	22,594	132,668	55,755
Z wlotu 5 do wlotu 5	28,093	181,306	64,828

Średni czas pobytu pojazdu na skrzyżowaniu: 144,9.

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 4

Czas pobytu pojazdu na rondzie podczas drugiej symulacji

Konfiguracja	Min.	Maks.	Średni
Z wlotu 1 do wlotu 1	32,1	71,6	50,4
Z wlotu 1 do wlotu 2	31,5	68,8	43,4
Z wlotu 1 do wlotu 3	25,5	71,2	44,6
Z wlotu 1 do wlotu 4	23,6	65,6	45,5
Z wlotu 1 do wlotu 5	21,3	40,3	30,2
Z wlotu 2 do wlotu 1	20,7	43,4	30,7
Z wlotu 2 do wlotu 2	36,1	285,1	184,5
Z wlotu 2 do wlotu 3	34,1	289,2	196,8
Z wlotu 2 do wlotu 4	44,6	270,2	186,5
Z wlotu 2 do wlotu 5	26,3	270,7	189,9
Z wlotu 3 do wlotu 1	53,5	232,1	145,8
Z wlotu 3 do wlotu 2	21,1	57,9	38,0
Z wlotu 3 do wlotu 3	43,1	213,6	156,5
Z wlotu 3 do wlotu 4	38,3	240,6	151,6
Z wlotu 3 do wlotu 5	68,0	199,7	161,2
Z wlotu 4 do wlotu 1	31,1	218,7	133,3
Z wlotu 4 do wlotu 2	40,1	226,4	144,6
Z wlotu 4 do wlotu 3	20,8	42,3	30,2
Z wlotu 4 do wlotu 4	96,1	217,3	155,1
Z wlotu 4 do wlotu 5	48,5	213,2	134,1
Z wlotu 5 do wlotu 1	49,4	198,1	113,9
Z wlotu 5 do wlotu 2	29,8	183,1	108,4
Z wlotu 5 do wlotu 3	44,7	184,3	106,7
Z wlotu 5 do wlotu 4	22,2	43,7	31,5
Z wlotu 5 do wlotu 5	61,0	174,7	112,0

Średni czas pobytu pojazdu na skrzyżowaniu: 109,02.

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 5

Zestawienie średnich czasów pobytu pojazdu na skrzyżowaniu
w poszczególnych symulacjach

Numer symulacji	Średni czas pobytu pojazdu na skrzyżowaniu	Różnica czasów w porównaniu z pierwszą symulacją
1	144,9	-----
2	109,02	35,88

Źródło: opracowanie własne.

Podsumowanie

Artykuł porusza ważną i aktualną kwestię – modelowanie ruchu drogowego w aspekcie aktualnie obowiązujących aktów prawnych i ich wpływ na wydatki użytkowników pojazdów. Autor krótko opisał opracowaną aplikację do modelowania ruchu na skrzyżowaniu o ruchu okrężnym, przeprowadził badania dla wybranego przypadku (jedno z rond w Szczecinie) oraz wykazał, że zmiana przepisów ruchu drogowego może przyczynić się do oszczędności czasowych i finansowych mieszkańców miast i użytkowników dróg.

Literatura

1. Gordon G., *Symulacja systemów*, WNT, Warszawa 1974.
2. Małecki K., Wątróbski J., *The Effectiveness of Lane Selection in Roundabout*, *Metody Informatyki Stosowanej* 2009, nr 3.
3. Matuszak R., *Rondo bez tajemnic*, „Drogowskaz” 2004.
4. Matuszak R., *Kłopot z rondem*, „Drogowskaz” 2005.
5. Ustawa z dnia 20 czerwca 1997 roku Prawo o ruchu drogowym, DzU 05.108.908.
6. *Wytyczne projektowania skrzyżowań drogowych*, część II, Zarządzenie nr 10 Generalnego Dyrektora Dróg Publicznych, Warszawa, 12 czerwca 2001.

MODELING SYSTEM FOR ECONOMIC ASPECTS OF ROAD RULES FOR THE ROUNDABOUT

Summary

The purpose of this article is to present the legislatives' impact on the economic aspects of the average vehicle's user. To achieve this, the author developed a program to simulate traffic on the roundabout and performed research on the residence time at the roundabout, depending on the applied legislatives. Increased time spent on the roundabout is one of many factors causing dissatisfaction of traffic participants (in terms of increased fuel consumption and hence, higher costs). The scale of a single vehicle and a single case may not really matter but it would make the calculations for the residents of the district, town or around the country.

Translated by Krzysztof Malecki

MAREK MATULEWSKI

Wyższa Szkoła Logistyki

TECHNOLOGIE INFORMACYJNE I KOMUNIKACYJNE W ROLNICTWIE PRECYZYJNYM

Wprowadzenie

Prowadząc obecnie jakąkolwiek formę aktywności, trudno nie zauważyć daleko idących zmian zachodzących w otoczeniu. Stwierdzając ten fakt, mam na myśli fundamentalne przeistoczenia, które dokonały się w gospodarce oraz mentalności ludzkiej na przestrzeni ostatnich lat. Można wśród nich wyróżnić między innymi:

- istniejące regulacje prawne (zarówno lokalne jak i międzynarodowe),
- dostęp do zasobów naturalnych i ludzkich,
- rozwój technologii (m.in. EDI, Internetu, RFID, GSM, GPS)¹.

W następstwie ich wspólnego działania ekonomia oparta na materii i energii jest z powodzeniem zastępowana przez informację – jeden z paradygmatów cywilizacyjnych². Ekonomia przemysłowa jest zastępowana przez ekonomię opartą na wiedzy. Ponadto bardzo dynamiczny rozwój technologii i technik związanych z szybką wymianą danych (takich jak: mikroelektronika, informatyka, mobilna łączność) czy też biotechnologią i bioniką powoduje, że w efekcie znajdujemy się w dobie kolejnej (trzeciej) rewolucji. Stan gospodarki (zarówno lokalnej, jak i globalnej), w której nowoczesne technologie – jak również interakcje przez nie powodowane – w sposób wyraźny determinują wszelkie przejawy ludzkiej działalności³.

¹ W. Szymanowski, *Zarządzanie łańcuchami dostaw żywności w Polsce. Kierunki zmian*, Difin, Warszawa 2008, s. 18–22.

² K. Krzysztofek, M.S. Szczepańska, *Zrozumieć rozwój – od społeczeństw tradycyjnych do informacyjnych*, Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, Katowice 2002, s. 176.

³ T. Kaczmarek, *Globalna gospodarka i globalny kryzys*, Difin, Warszawa 2009, s. 60–63.

Gospodarka charakteryzuje się trzema następującymi cechami: po pierwsze, jest ona globalna, po drugie, faworyzuje byty niematerialne – idee, informacje i ich powiązania, po trzecie, jest silnie wewnętrznie połączona⁴. Przejawem procesu globalizacji jest powszechne zastosowanie różnego rodzaju rozwiązań elektronicznych obserwowanych obecnie w każdym przejawie ludzkiej działalności. Trend ten występuje nie tylko w przemyśle, ale również w szeroko rozumianych usługach czy też rolnictwie.

1. *Precision agriculture*

W literaturze przedmiotu (w zakresie rolnictwa) podstawową rozpatrywaną jednostką jest system gospodarowania. W dalszej części artykułu należy przez to pojęcie rozumieć sposób zagospodarowania przestrzeni rolniczej w zakresie produkcji roślinnej i zwierzęcej oraz jej przetworzenia, wyceniony kryteriami ekologicznymi i ekonomicznymi⁵. Współcześnie należy dodatkowo nałożyć na tę definicję wymagania stawiane przez obecną rzeczywistość całkowicie zdominowaną przez informację. Według Komisji Europejskiej obok rolnictwa konwencjonalnego należy również wyodrębnić alternatywne systemy produkcji rolniczej. Należą do nich:

- rolnictwo ekologiczne, które jako naczelny aspekt działalności stawia metody produkcji mające na celu ochronę środowiska;
- rolnictwo zintegrowane, które w sposób holistyczny łączy metody produkcji nastawione na minimalizację zużycia niezbędnych nakładów energetycznych zewnętrznych przy zachowaniu efektywności;
- rolnictwo ochronne, które zmierza do ochrony gleby i zachowania jej produktywności;
- rolnictwo jakościowe, wykorzystujące metody wytwarzania produktów o dodatkowej wartości rynkowej;
- rolnictwo miejskie, którego funkcjonowanie ograniczone jest do granic administracyjnych miasta lub jego bezpośrednich obrzeży;
- rolnictwo trwałe – zastosowanie zasad ekologicznych w planowaniu zintegrowanych systemów produkcyjnych;
- rolnictwo precyzyjne, w którym bardzo duży nacisk położony jest na wykorzystywanie różnorodnych technologii informatycznych do różnorodnych działań (takich m.in. jak dopasowanie ilości nawozów, środków

⁴ K. Kelly, *Nowe reguły nowej gospodarki*, WIG-Press, Warszawa 2001, s. IX.

⁵ A. Harasim, *Przewodnik ekonomiczno-rolniczy w zarysie*, IUNG, Puławy 2006, s. 113.

ochrony do potencjonalnego zapotrzebowania uprawianych roślin, automatyczne sterowanie różnego rodzaju maszynami itp.)⁶.

Z wyżej wymienionych obecnie najbardziej prężnie rozwija się rolnictwo precyzyjne. Jest ono systemem rolniczym wykorzystującym wysoko rozwinięte technologie nawigacyjne i informatyczne (*Global Positioning System* – GPS, oraz *Geographic Information System* – GIS)⁷. Fundamentem poprawnego funkcjonowania tego systemu produkcji rolnej jest efektywne zbieranie informacji o tzw. zmienności przyrodniczej określonego obszaru (np. uprawy) z bardzo dużą dokładnością. Współcześnie precyzja tego typu pomiarów dochodzi w skrajnych przypadkach do 1 cm². Następnie tak uzyskane dane wykorzystywane są do przygotowania (z uwzględnieniem dostosowanych do tej zmienności geograficznej) odpowiednich – wymaganych zabiegów agrotechnicznych, takich jak np. nawożenie oraz wykorzystanie środków ochrony chemicznej roślin. Należy podkreślić, że podstawą efektywnego funkcjonowania rolnictwa precyzyjnego jest posiadanie dokładnych danych cyfrowych (map) uzyskanych w oparciu o technologie GPS i GIS. Na ich podstawie (w oparciu o istniejący obrys danego obszaru, występujące naturalne lub sztuczne ograniczenia, zasobność gleby albo zmieniające się parametry fizykochemiczne) dokonuje się optymalizacji wykonywanych zabiegów^{8,9}.

GPS

Pełna nazwa tego systemu to GPS-NAVSTAR (*Global Positioning System* – *Navigation Signal Timing and Ranging*). Jest to ogólnodostępny (darmowy), utrzymywany przez Departament Obrony USA, satelitarny system nawigacyjny. Umożliwia on szybkie i dokładne wyznaczanie współrzędnych określających pozycję (tzn. poprzez podanie szerokości i długości geograficznej) anteny odbiornika za pomocą wirtualnego układu odniesienia. System składa się z trzech segmentów: segmentu kosmicznego, segmentu naziemnego i segmentu użytkownika.

Głównym celem systemu jest dostarczenie użytkownikowi informacji o jego położeniu oraz ułatwienie nawigacji po terenie. Jest on (cel) realizowany poprzez wyznaczenie współrzędnych konkretnego miejsca na Ziemi w dowolnie wybranym czasie. Przy wyznaczaniu pozycji anteny odbiornika występują cztery wielkości: trzy współrzędne pozycji oraz błąd zegara odbiornika. Ze względu na potrzebę pełnej synchronizacji czasu każdy satelita jest wyposażony w zespół złożony z tzw. atomowych wzorców częstotliwości, których zadaniem jest wygenerowanie na

⁶ *Perspective Analysis of agricultural Systems, Technical Report EUR 21311*, European Commission, Directorate General Joint Research Centre, Brussels 2005.

⁷ D. Gozdowski, J. Tyburski, S. Simona, *Rolnictwo precyzyjne*, SGGW, Warszawa 2007.

⁸ L. Zimny, *Definitions and Division of Farming Systems*, Acta Agrophysica 2007, Vol. 10 (2).

⁹ A.B. McBratney, B. Whelan, *Precision Agriculture*, McMillan, NSW, Sydney 2006, s. 274–275.

bieżący lokalnej skali czasu. Ze względu na wysoką stabilność takiego układu można z dużą dokładnością określić położenie danego obiektu w terenie w odniesieniu do czasu¹⁰.

Należy zdawać sobie sprawę, że elementem mierzonym jest czas, jaki zajmuje pokonanie drogi od satelity do odbiornika (dodatkowo satelita wysyła informację o czasie emisji sygnału)¹¹. Na tej podstawie obliczane są odległości poszczególnych satelitów od odbiornika.

Geographics Information System (GIS)

Współcześnie wykorzystanie różnorodnych komponentów środowiska w systemach społeczno-ekonomicznych wymaga zgromadzenia odpowiednich informacji. Jest to system informacji przestrzennej (geograficznej). Zawiera on podstawowe dane przestrzenne – w postaci danych cyfrowych – w wygodnej do dalszych zastosowań formie (na ogół w postaci mapy wektorowej).

System informacji przestrzennej zbudowany jest na ogół z odpowiednio przygotowanych podsystemów pozyskiwania, przetwarzania i udostępniania danych cyfrowych uzbrojonych w odpowiedni sprzęt, oprogramowanie oraz kreatywny czynnik ludzki. Innymi słowy jest to zorganizowany zestaw złożony ze sprzętu komputerowego, oprogramowania, danych oraz osób, stworzony w celu realizacji konkretnych zadań. Specjalizuje się on w gromadzeniu, magazynowaniu, przygotowaniu, przetwarzaniu oraz udostępnianiu i późniejszym wykorzystywaniu danych przestrzennych (określających m.in. takie parametry, jak: położenie, wielkość, kształt oraz występujące pomiędzy nimi relacje topologiczne) i opisowych (precyzujące nieprzestrzenne właściwości i relacje obiektów).

Istniejące systemy informacji przestrzennej można podzielić m.in. w oparciu o dokładność (a co za tym idzie również szczegółowość) danych w nich przechowywanych. W konsekwencji wyodrębnia się:

- systemy informacji terenowej (*Land Information System, LIS*),
- systemy informacji geograficznej (*Geographics Information System, GIS*).

System informacji terenowej jest tworzony w oparciu o informacje uzyskiwane na podstawie bezpośrednich pomiarów w terenie oraz teledetekcji (m.in. wielkoskalowe zdjęcia lotnicze i satelitarne rzędu 1 : 5000 i większe).

System informacji geograficznej jest tworzony głównie w oparciu o dane przetworzone (informacja wtórna) dla celów kartograficznych. Dokładność ich wykonania oraz szczegółowość informacji w nich zawartych odpowiada skalom średnio i mało skalowym (rzędu 1 : 10 000 i mniejsze).

Posiada bardzo szerokie zastosowanie, takie jak np.:

- śledzenie ruchu pojazdów wyposażonych w GPS;

¹⁰ J. Narkiewicz, *GPS i inne satelitarne systemy nawigacyjne*, Wydawnictwo WKŁ, Warszawa 2007, s. 11–17.

¹¹ J. Długosz, *Nowoczesne technologie w logistyce*, PWE, Warszawa 2009, s. 160–163.

- optymalizacja koniecznych zabiegów w oparciu o aktualne informacje dotyczące właściwości gleby (odczyn pH, zasobność w składniki pokarmowe, zawartość frakcji i materiału organicznego, wilgotność oraz transpiracja);
- optymalizacja koniecznych zabiegów w oparciu o aktualne informacje dotyczące właściwości roślin (gatunek, kondycja, faza rozwojowa, dojrzałość);
- optymalizacja koniecznych zabiegów w oparciu o aktualne informacje dotyczące właściwości agrofagów (chwasty, szkodniki, patogeny);
- optymalizacja koniecznych zabiegów w oparciu o aktualne informacje dotyczące parametrów meteorologicznych (temperatura, wilgotność, opady, nasłonecznienie, prędkość wiatru);
- optymalizacja koniecznych zabiegów w oparciu o aktualne informacje dotyczące plonów (uzyskanych, szacowanych)¹²;
- ocena wpływu różnego rodzaju zabiegów i inwestycji na środowisko;
- opracowywanie różnego rodzaju scenariuszy wykorzystania procesów, takich jak np. nawożenie i zastosowanie środków ochrony;
- tworzenie zintegrowanych systemów informacyjnych¹³.

Konieczność posiadania aktualnych informacji przestrzennych wynika nie tylko z aktualnego zapotrzebowania występującego na rynku. Pewne standardy oraz kierunki rozwoju narzuca również istniejące prawodawstwo (zarówno unijne, jak i krajowe). Przykładem mogą być: Dyrektywa Inspire 2007/2/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 14 marca 2007 r. oraz ustawa o infrastrukturze informacji przestrzennej.

2. Implementacja *precision agriculture* w praktyce gospodarczej

Zgodnie z wynikami badań przeprowadzonymi przez European GNSS Agency zastosowanie rozwiązań bazujących na technologii GPS i GIS umożliwia uzyskanie m.in. takich korzyści, jak:

- udoskonalenie precyzyjności prowadzenia różnego rodzaju maszyn rolniczych;
- ciągłe śledzenie będących do dyspozycji zasobów (np. wody, paszy, nawozów) oraz ich racjonalniejsze wykorzystanie;
- bardzo precyzyjne dokonywanie wszelkich pomiarów metrologicznych i geodezyjnych (m.in. pełna identyfikacja poszczególnych działek rolnych, tzw. geośledzenie);

¹² G. Doruchowski, *Postęp i nowe koncepcje w rolnictwie precyzyjnym*, „Inżynieria Rolnicza” nr 107/9, s. 24.

¹³ Z. Pawlak, *Zarządzanie komponentami środowiska*, INTER-INFOR, Poznań 2011, s. 12–14.

- dokładne pozycjonowanie maszyn, urządzeń i upraw;
- udoskonalenie precyzyjności podejmowanych działań.

Wszystkie te elementy przyczyniają się do precyzyjniejszego wykonywania wszelkich koniecznych zabiegów we właściwym miejscu, we właściwy sposób, we właściwym czasie, po będącej do zaakceptowania przez wszystkie strony cenie. Obecnie (dane za 2009 rok) około 8% maszyn i urządzeń rolniczych jest wyposażonych w tego typu urządzenia w UE. Według prognoz w roku 2013 procent ten wzrośnie do 13. Oczywiście należy zdawać sobie sprawę, że zastosowanie rozwiązań bazujących na systemie GPS przynosi wymierne korzyści. Do najważniejszych z nich można zaliczyć:

- zmniejszenie o 2,36% ilości czasu, paliwa i nasion (w stosunku do rozwiązań niewykorzystujących systemu GPS) niezbędnych do realizacji postawionych zadań,
- zmniejszenie o 14% zużywanych ilości nawozów,
- zwiększenie uzyskiwanych plonów (średnio o 3–13%),
- zmniejszenie o 23% zapotrzebowania na różne środki ochrony roślin¹⁴,
- poprawa jakości produktów rolnych,
- zmniejszenie negatywnego wpływu działalności rolniczej na środowisko naturalne¹⁵,
- zmniejszenie kosztów produkcji w granicach 10–30%¹⁶,
- zmniejszenie o 15–25% potrzebnego uwrocia,
- zwiększenie o 65% plonów¹⁷,
- zmniejszenie zapotrzebowania na wodę do 50%,
- zwiększenie przyswajalności długookresowej azotu o 53%,
- zwiększenie przyswajalności krótkookresowej azotu o 29%¹⁸,
- zmniejszenie czasu pracy o 20–30%,
- zmniejszenie kosztów o 100–300 euro na hektar¹⁹.

Praktyczne wdrożenie technologii GPS i GIS w rolnictwie przynosi bardzo wiele korzyści. Oczywiście należy zdawać sobie sprawę, że stopień uzyskiwanych

¹⁴ G. Doruchowski, *op. cit.*, s. 19–31.

¹⁵ R. Holownicki, *Analiza możliwości zastosowania rolnictwa precyzyjnego w ogrodnictwie na podstawie dostępnych rozwiązań i stanu prac badawczo-rozwojowych*, Instytut Sadownictwa i Kwiaciarstwa w Skierniewicach, Skierniewice 2008, s. 7–12.

¹⁶ A. Siennicki, *Rolnictwo precyzyjne*, www.kpodr.pl/index.php/mechanizacja-budownictwo/48-mechanizacja/549-rolnictwo-precyzyjne, s. 3.

¹⁷ C.J. Coopmans, M. Zanen, *Nitrogen efficiency in organic farming using a GPS precision farming technique*, www.isofar.org.

¹⁸ M. Yu, E. Segarra, R. Lascano, J. Booker, *Economic Impacts of Precision Farming in Irrigated Cotton Production*, „The Texas Journal of Agricultural and Natural Resource” 2003, Vol. 16, s. 1–5.

¹⁹ H. Auernhammer, *Precision farming – the environmental challenge*, „Computers and Electronics in Agriculture”, Vol. 30, s. 36–40.

efektów zależy od wielu elementów, m.in. takich jak: dokładność i aktualność posiadanych danych cyfrowych, klasa urządzeń lokalizacji satelitarnej oraz wyposażenia technicznego służącego do bardzo precyzyjnego dawkowania różnego rodzaju substancji chemicznych wykorzystywanych do nawożenia czy ochrony przed zagrożeniami. Przykłady praktycznych zastosowań tego typu rozwiązań przedstawione są w tabeli 1.

Tabela 1

Implementacja zastosowania różnych rozwiązań w *precision agriculture*

Typ rozwiązania	Charakterystyka	Nazwa handlowa
Zarządzanie nawożeniem	Zestaw zbudowany jest z czujników, które zbierają informacje. Dzięki wbudowanym lampom błyskowym rozwiązanie niezależne jest od światła naturalnego	YARA N sensor
Mapy glebowe	Skaner mierzy konduktywność elektromagnetyczną, która zależy m.in. od zawartości części gliniastych w glebie. Mapa uwzględnia obok informacji o glebie również rzeźbę terenu	Skaner glebowy Em 38
Moduły GPS	Moduł umożliwia pracę z dokładnością do 15 cm	Moduł Ez Guide 250
Moduł koordynacji prowadzenia	Moduł umożliwia koordynację prowadzenia maszyn rolniczych z dokładnością do 2 cm (przy korzystaniu ze stacji referencyjnej) – również na nierównych polach. Wyposażony w dwa niezależne żyrokompasy. Umożliwia kompensację pozycji pochodzącą z odbiornika GPS do 10 razy na sekundę	Moduł Ez-Steer

Źródło: www.agriconpolska.pl/pl/produkty

Podsumowanie

Podsumowując, należy zauważyć, że zastosowanie technologii GPS oraz GIS w agrolistyce przynosi oczekiwane cele szczególnie tam, gdzie dużą wagę przywiązuje się do takich elementów, jak m.in.: przejrzystość przepływu informacji i towarów, łatwa ich lokalizacja, podniesienie efektywności produkcji, ograniczenie zapotrzebowania na niezbędne do wykonania zabiegi czy też zapewnienia odpowiedniego poziomu jakości. Efektywne zastosowanie obydwu technologii przynosi dodatkowe wartości w postaci innowacji. Możliwe staje się znaczące ograniczenie

konieczności stosowania środków ochrony (nawet do 70% w przypadku herbicydów – uprawa orzeszków ziemnych w USA, 80% – uprawa zbóż na płatki w Niemczech), wody czy też kosztów pracy (40 euro/ha/rok – w przypadku gospodarstw o powierzchni ok. 2000 ha w Niemczech; 30 euro/ha/rok – w przypadku gospodarstw o powierzchni ok. 300 ha w Wielkiej Brytanii)²⁰.

Oczywiście należy zdawać sobie sprawę, że przytoczony w tym opracowaniu przykład dotyczy tylko bardzo wąskiego zakresu – przejawu wykorzystania niektórych korzyści płynących z efektywnego zastosowania technologii ICT w rolnictwie. Co więcej, ewentualne badania muszą być kontynuowane i to zarówno w zakresie podstawowych założeń, jak i „uzbrojenia w elementy wspomagające”, takie jak np. technologia GPS i GIS. Współczesne coraz szersze zastosowania tychże technologii wpływa z jednej strony na obniżenie kosztów, a z drugiej na usprawnianie jej działania. Jeszcze stosunkowo niedawno niektóre zastosowania były niemożliwe ze względu chociażby na istniejące ograniczenia konstrukcyjne oraz technologiczne.

Literatura

1. Auernhammer H., *Precision farming – the environmental challenge*, „Computers and Electronics in Agriculture”, Vol. 30.
2. Coopmans C.J., Zanen M., *Nitrogen efficiency in organic farming using a GPS precision farming technique*, www.isofar.org
3. Długosz J., *Nowoczesne technologie w logistyce*, PWE, Warszawa 2009.
4. Doruchowski G., *Postęp i nowe koncepcje w rolnictwie precyzyjnym*, „Inżynieria Rolnicza” nr 107/9.
5. Gozdowski D., Tyburski J., Simona S., *Rolnictwo precyzyjne*, SGGW, Warszawa 2007.
6. Harasim A., *Przewodnik ekonomiczno-rolniczy w zarysie*, IUNG, Puławy 2006.
7. Holownicki R., *Analiza możliwości zastosowania rolnictwa precyzyjnego w ogrodnictwie na podstawie dostępnych rozwiązań i stanu prac badawczo-rozwojowych*, ISiK w Skierniewicach, Skierniewice 2008.
8. Kaczmarek T., *Globalna gospodarka i globalny kryzys*, Difin, Warszawa 2009.
9. Kelly K., *Nowe reguły nowej gospodarki*, WIG-Press, Warszawa 2001.
10. Krzysztofek K., Szczepańska M.S., *Zrozumieć rozwój – od społeczeństw tradycyjnych do informacyjnych*, Wyd. Uniwersytetu Śląskiego, Katowice 2002.
11. McBratney A.B., Whelan B., *Precision Agriculture*, McMillan, NSW, Sydney 2006.

²⁰ P. Wagner, *Problems and potential economic impact of precision farming*, in, [www. http://lb.landw.uni-halle.de/publikationen/pf/pf_cc98.htm](http://lb.landw.uni-halle.de/publikationen/pf/pf_cc98.htm).

12. Narkiewicz J., *GPS i inne satelitarne systemy nawigacyjne*, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 2007.
13. Pawlak Z., *Zarządzanie komponentami środowiska*, Inter-Infor, Poznań 2011.
14. *Perspective Analysis of agricultural Systems, Technical Report EUR 21311*, European Commission, Directorate General Joint Research Centre, Brussels 2005.
15. Siennicki A., *Rolnictwo precyzyjne*, www.kpodr.pl/index.php/mechanizacja-budownictwo/48-mechanizacja/549-rolnictwo-precyzyjne
16. Szymanowski W., *Zarządzanie łańcuchami dostaw żywności w Polsce. Kierunki zmian*, Difin, Warszawa 2008.
17. Wagner P., *Problems and potential economic impact of precision farming*, in, [www.http://lb.landw.uni-halle.de/publikationen/pf/pf_cc98.htm](http://lb.landw.uni-halle.de/publikationen/pf/pf_cc98.htm)
18. www.agriconpolska.pl/pl/produkty
19. Yu M., Segarra E., Lascano R., Booker J., *Economic Impacts of Precision Farming in Irrigated Cotton Production*, „The Texas Journal of Agricultural and Natural Resource” 2003, Vol. 16.
20. Zimny L., *Definitions and Division of Farming Systems*, Acta Agrophysica 2007, Vol. 10 (2).

ICT IN PRECISION AGRICULTURE

Summary

The article deals with precision agriculture in the age of information society. First, the author focuses on the new agriculture branches such as conservation agriculture, integrated agriculture, secure agriculture, added-value agriculture, urban agriculture, permanent agriculture (permaculture), and finally precision agriculture. Focusing on the last type, he discusses the usage of GPS and GIS systems. Some examples of successful implementation of information technologies are presented. Finally, advantages of such solutions are listed.

Translated by Marek Matulewski

ZYGMUNT MAZUR, HANNA MAZUR

Politechnika Wroclawska

MODELOWANIE PROCESÓW BIZNESOWYCH

Wprowadzenie

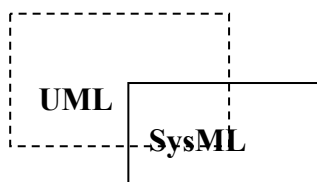
Zidentyfikowanie procesów biznesowych zachodzących w danej firmie czy organizacji umożliwia jej reorganizację w celu wydajniejszego i bardziej transparentnego funkcjonowania, opracowanie właściwszych procedur (lepiej przystających do aktualnych warunków organizacyjnych i technologicznych), optymalizację i automatyzację pracy, zorganizowanie odpowiedniego obiegu informacji i dokumentów, sprawowanie nadzoru, rozliczanie z wyników pracy i przypisanej odpowiedzialności itd. Jest również niezbędne przy informatyzacji przedsiębiorstwa i wyborze systemów informatycznych planowanych do wdrożenia.

Z obserwacji wynika, że w wielu przypadkach nawet pracownicy o długim stażu pracy mają problem ze szczegółowym przedstawieniem działalności firmy, z identyfikacją i opisem zachodzących procesów biznesowych oraz powiązań między nimi. Brak precyzyjnie zdefiniowanych procedur i zasad oraz ustalenia osób odpowiedzialnych za poszczególne obszary i zadania sprzyja dowolności w ich realizacji oraz utrudnia ocenę i rozliczalność ich wykonania (kto i w jakim stopniu wpłynął na uzyskaną jakość produktu czy usługi, kto ponosi odpowiedzialność za dany odcinek pracy itp.).

Wnikliwa i rzetelna analiza procesów biznesowych często ujawnia złą organizację pracy, niegospodarność, złe przechowywanie i przekazywanie dokumentów, dostęp do zasobów osób nieupoważnianych, powielanie prac, wielokrotne gromadzenie tych samych danych, brak osób odpowiedzialnych za wyodrębnione obszary itd. Dlatego też nie wszyscy pracownicy są zainteresowani jej przeprowadzeniem i nie pomagają wystarczająco (a bywa, że wręcz utrudniają jej wykonanie, nie przekazując pełnej posiadanej wiedzy, na przykład z obawy o utratę miejsca pracy).

Modelowaniem procesów biznesowych (*business process modeling*) zajmują się analitycy, których zadaniem jest wyodrębnić procesy przedsiębiorstwa i ich opisać z wykorzystaniem ustalonych konwencji, zapisów i diagramów. Taka wizualizacja procesu biznesowego w notacji umożliwiającej jednoznaczny interpretację, jest jego modelem. Opracowano wiele różnych notacji i standardów wykorzystywanych w modelowaniu, na przykład:

- UML (*Unified Modeling Language*) – zuniifikowany język modelowania,
- SysML (*Systems Modeling Language*) – język modelowania systemów (zależność pomiędzy UML i SysML przedstawiono graficznie na rysunku 1),
- BPEL (*Business Process Execution Language*) – język wykonywania procesów biznesowych,
- BPMN (*Business Process Model and Notation*) – opracowana przez BPMI (*Business Process Management Initiative*) notacja zgodna z SOA¹ (*Service-Oriented Architecture* – architektura zorientowana na usługi), wykorzystywana do modelowania procesów biznesowych,
- WSDL (*Web Services Description Language*) – standard opisu interfejsu usług sieciowych,
- EPC² (*Event-driven Process Chain*) – notacja wykorzystywana do modelowania łańcucha procesów sterowanych zdarzeniami,
- SOMA (*Service-Oriented Modeling and Architecture*) – metodyka opracowana przez IBM, w związku z intensywnym rozwojem koncepcji SOA, ułatwiająca zbudowanie modelu odzwierciedlającego cele i potrzeby biznesowe.



Rys. 1. Graficzne przedstawienie zależności pomiędzy UML i SysML

Źródło: opracowanie własne.

Celem organizacji standaryzujących jest dostarczenie uniwersalnego, jednolitego i akceptowalnego standardu wystarczającego do wszechstronnego modelowania procesów biznesowych³.

¹ Metodyka tworzenia systemów informatycznych ze szczególnym uwzględnieniem definiowania usług, które spełnią wymagania użytkownika.

² Łatwa w opanowaniu notacja umożliwiająca użytkownikom bez przygotowania technicznego szybkie dokumentowanie oraz optymalizację organizacji pracy.

1. Cykl życia procesu biznesowego

Proces biznesowy to uporządkowany w czasie zestaw czynności, zadań i zdarzeń, realizowanych przez systemy informatyczne i ludzi, z wykorzystaniem określonych zasobów w celu osiągnięcia określonego celu biznesowego (np. wytworzenia produktu lub wykonania usługi). Dobrze opisany proces powinien zawierać informacje o wszystkich możliwych etapach procesu, akcjach umożliwiających przechodzenie między etapami, rolach i wynikających z nich uprawnieniach poszczególnych użytkowników oraz danych wejściowych i wyjściowych.

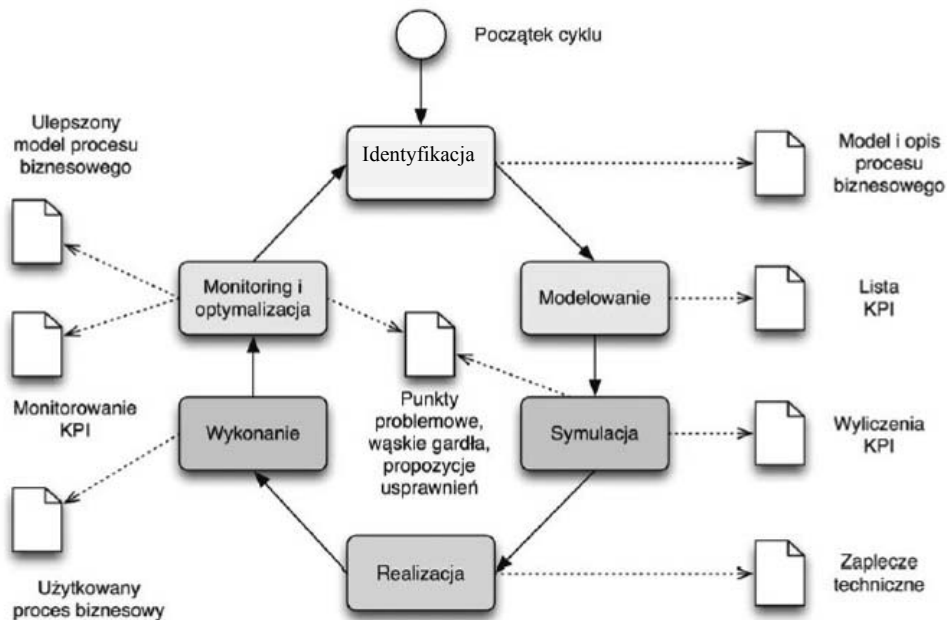
Do modelowania procesów biznesowych wykorzystuje się różne strategie: wstępującą (*bottom-up*) – od szczegółu do ogółu, zstępującą (*top-down*) – od ogółu do szczegółu, rozprzestrzeniania (*inside-out*) – od procesów najważniejszych do drugorzędnych (ale również istotnych), lub mieszaną (*mixed*) – będącą kombinacją różnych podejść.

W cyklu życia procesu biznesowego można wyróżnić następujące etapy (przedstawione na rysunku 2):

- **identyfikację**, czyli ogólne rozpoznanie procesu biznesowego i jego funkcjonalności (w tym ustalenie jego nazwy, kolejności i właścicieli zdarzeń oraz zależności pomiędzy nimi, wejść i wyjść, niezbędnych zasobów) oraz zdokumentowanie go w ustalonej notacji (np. w postaci karty procesu);
- **analizę i modelowanie** – etap ten obejmuje szczegółową analizę i uzupełnienie danych o procesie biznesowym, ustalenie metryk, czyli kluczowych wskaźników efektywności KPI (*Key Performance Indicators*), uzupełnienie dokumentacji (karty procesu);
- **symulację** wykonania procesu i wyliczenie metryk KPI, weryfikację modelu procesu biznesowego, zidentyfikowanie i zlokalizowanie potencjalnych problemów i wąskich gardeł oraz sposobów ulepszenia procesu;
- **realizację** praktyczną procesu, czyli powiązanie modelu z rozwiązaniami technicznymi;
- **wykonanie** procesu biznesowego z wykorzystaniem niezbędnych narzędzi i rozwiązań technicznych, przekazanie efektów prac użytkownikom końcowym;
- **monitoring i optymalizację** – na ogół proces biznesowy nie jest doskonały, więc wszystkie problemy powinny być zidentyfikowane, a działania naprawcze i optymalizujące podjęte (np. zmiana założeń i metryk procesu, przeprojektowanie procesu).

³ Na stronie www.omg.org/spec jest dostępna lista wszystkich specyfikacji (m.in. BPMN 2.0, SysML 1.2, UML 2.4.1) udostępniona przez konsorcjum OMG (*Object Management Group*), działające od 1989 roku i zajmujące się współtworzeniem standardów międzyplatformowych.

W przypadku potrzeby wprowadzenia zmian w procesie, należy rozpocząć jego cykl życia od początku.



Rys. 2. Etapy cyklu życia procesu biznesowego

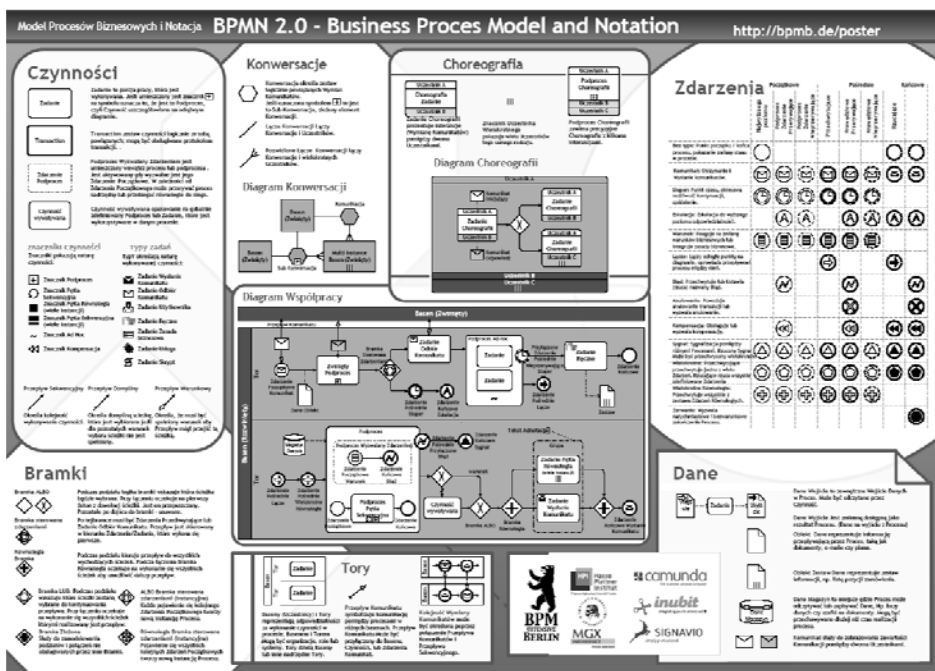
Źródło: M. Sałaciński, *Modelowanie procesów biznesowych. Praktyczne wykorzystanie BPMN*, www.software.com.pl (3.12.2012).

Aby poprawnie wykonać model procesów biznesowych, należy opracować słownik (*glossary*) pojęć biznesowych, model analizowanej struktury organizacyjnej oraz zdefiniować reguły biznesowe (funkcjonowania) i ograniczenia dziedzinowe dotyczące modelowanej dziedziny.

Do zapisu reguł biznesowych (w języku niezależnym od platformy implementacyjnej) może być wykorzystany zatwierdzony przez OMG standard SBVR (*Semantics of Business Vocabulary and Business Rules*). Przykładami reguł zapisanych w języku SBVR są: Jest konieczne, by każda faktura miała co najmniej jedną pozycję sprzedaży (*It is necessary that...*). Jest możliwe, by faktura miała więcej niż jedną pozycję sprzedaży (*It is possible that...*). Nie jest możliwe, by faktura nie miała danych nabywcy (*It is not possible that...*).

2. Problemy z wyodrębnianiem i definiowaniem procesów biznesowych

Przyczyn trudności związanych z wyodrębnianiem i definiowaniem procesów biznesowych jest wiele. Często jest to brak odpowiedniej wiedzy dziedzinowej i zrozumienia funkcjonowania tych procesów przez analityka, brak precyzyjnie zdefiniowanych pojęć i ich znaczenia w danym obszarze biznesowym. Trudności wynikają też z niejednoznacznie określonych procedur i wymagań, nieustalanej bądź niejednolitej postaci dokumentów, jakimi posługują się pracownicy w codziennej pracy oraz z dowolności w wykonywaniu zadań.



Rys. 3. Notacja BPMN 2.0

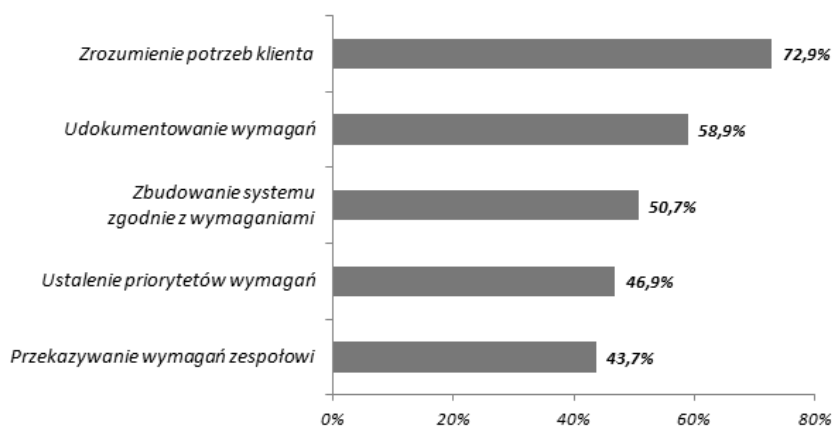
Źródło: www.mgx.com.pl/pdf/BPMN2_0_Poster_PL.pdf

Problemem bywa też weryfikowanie opisów procesów biznesowych. Opisy wyrażone w języku naturalnym są często długie, niejednoznaczne (przez co pozostawiają możliwość indywidualnej interpretacji), a wprowadzanie do nich zmian i poprawek może doprowadzić do utraty ich spójności. Natomiast przedstawione w ustalonej notacji (na przykład UML, SysML, BPMN) są często trudne do zrozumienia i nie dla wszystkich czytelne (rysunek 3). Ponadto nie zawsze można w nich wyrazić wszystkie istotne aspekty. Kłopoty z modelowaniem mogą również wynikać ze skomplikowanej (złożonej) struktury firmy czy zagadnienia, złożoności pro-

cesów lub z wykonywania niektórych zadań przez firmy zewnętrzne (które nie chcą udostępniać żadnych informacji związanych z ich realizacją ani ich optymalizować i zmieniać).

Z badań ankietowych firmy Jama Software⁴ przeprowadzonych w okresie listopad/grudzień 2010 roku wynika, że najczęściej problemów w zarządzaniu wymaganiami sprawia zrozumienie potrzeb klienta, co przedstawiono na rysunku 4 (w ankiecie można było zaznaczyć więcej niż jedną odpowiedź).

Zarówno pracownicy branżowi, jak i informatycy używają specyficznych określeń, niezrozumiałych dla osób postronnych lub kojarzących się im z zupełnie innymi pojęciami. Modelowanie biznesowe ma na celu ułatwienie komunikacji ludziom z tych dwóch światów i wprowadzenie języka zrozumiałego dla obu stron. Nie jest to łatwe, gdyż w zasadzie każde nowe przedsięwzięcie może odnosić się do innej dziedziny i często są to przedsięwzięcia bardzo duże (np. ze względu na liczbę procesów i wymagań biznesowych), złożone i dedykowane dla konkretnego klienta (a więc niepowtarzalne).



Rys. 4. Przyczyny trudności w zarządzaniu wymaganiami

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Simpson J., *The State of Requirements Management 2011*, Jama Software.

Wynikiem modelowania procesów biznesowych powinna być jednoznaczna specyfikacja procesów, zapisana w ustalonej notacji, zrozumiała dla klienta, przedstawicieli użytkowników końcowych i wykonawców, zaakceptowana przez wszystkie strony (w tym również przez sponsora finansującego prace). Niestety, prawidłowe wyodrębnienie i zdefiniowanie procesów biznesowych często utrudnia brak

⁴ Simpson J., *The State of Requirements Management 2011*, Jama Software. <http://info.jamasoftware.com/acton/attachment/1511/f-000f/0/-/-/-/file.pdf>

stabilizacji w firmie czy w otoczeniu, co istotnie opóźnia lub wręcz uniemożliwia pracę.

3. Zarządzanie zmianami

Dużym problemem podczas modelowania procesów biznesowych są zachodzące w tym czasie zmiany w firmie (w strukturze, strategii, kadrowe), w prawodawstwie międzynarodowym, krajowym czy lokalnym, przepisach finansowych czy branżowych, w możliwościach finansowych sponsora przedsięwzięcia, wydarzenia losowe itp. Bywa również, że kierownictwo różnych szczebli nie do końca świadome jest, jak funkcjonuje firma i poszczególne działy oraz jaki jest obieg informacji i dokumentów. Często dopiero podczas analizy tych obszarów poznaje je, uświadamia sobie nieodpowiedniość funkcjonowania i organizacji pracy oraz konieczność przeprowadzenia zmian (niekiedy bardzo gruntownych). W przypadku analizy działalności firmy w związku z projektowaniem dla niej nowego systemu informatycznego wszystkie procesy biznesowe powinno się najpierw dostosować do potrzeb (aktualnych i przyszłych) i je zoptymalizować. Koszt zbyt późnego uwzględnienia zmian może być bardzo duży. Opracowany model powinien być elastyczny i przystosowany do możliwych (koniecznych) zmian oraz ewentualnych modyfikacji w przyszłości.

W przypadku przedsięwzięć informatycznych, w zależności od ich charakteru, powinna być dobrana odpowiednia metodyka zarządcza i wytwórcza. Do metodyk zarządczych zalicza się na przykład PRINCE2 i PMBoK, a do metodyk wytwórczych – RUP i metodyki zwinne (*agile*), na przykład SCRUM. Metodyki zwinne zakładają częste kontakty z klientem, przyrostowe precyzowanie wymagań i rozwiązań oraz ograniczenie dokumentowania (stąd nazywane są lekkimi). W odróżnieniu od nich, w metodykach ciężkich kładzie się duży nacisk na precyzyjną specyfikację wymagań na samym początku przedsięwzięcia oraz opracowanie dokumentacji, a wszystkie etapy są ściśle określone i należy ich przestrzegać. Metodyka Scrum, która może być wykorzystywana nie tylko do prowadzenia przedsięwzięć informatycznych, nie wymaga wykonania od razu całego projektu i modelowania wszystkich procesów biznesowych, gdyż planowanie i modelowanie rozwija się wraz z postępem prac, a wymagania są weryfikowane przez klienta podczas częściowych wydań produktów.

4. Narzędzia wspierające modelowanie procesów biznesowych

Wśród wielu narzędzi wspierających modelowanie procesów biznesowych w różnych notacjach można wymienić:

- produkty firmy iGrafx i firmy MGX, wykorzystywane do symulowania, modelowania, analizowania i dokumentowania procesów biznesowych, wspierające przemysłowe standardy modelowania, między innymi Six Sigma, Lean, BPMN, ITIL;
- MagicDraw – profesjonalne narzędzie do wizualnego modelowania w UML, SysML czy BPMN, z możliwością wsparcia pracy grupowej;
- Metastorm – narzędzia do analizowania i dokumentowania, wspierające prace całego cyklu życia oprogramowania: od strategii do implementacji, z w pełni zintegrowanym repozytorium;
- Enterprise Architect firmy Sparx Systems – popularne narzędzie do modelowania w UML i SysML, umożliwiające porównywanie i znajdowanie zmian w diagramach;
- ARIS Platform – zestaw narzędzi do definiowania, wdrażania oraz kontroli poziomu realizacji strategii biznesowych, do modelowania, symulacji, optymalizacji oraz publikacji procesów biznesowych, zarządzania architekturą systemów IT, przenoszenia modeli procesów biznesowych na poziom aplikacji IT (np. SAP NetWeaver), tworzenia architektury zorientowanej na usługi (SOA) i zarządzania regułami biznesowymi;
- Visual Paradigm for UML – do modelowania procesów biznesowych i systemów informatycznych, wspiera w pełni standardy BPMN, UML, SysML, umożliwiając tworzenie aplikacji w pełnym cyklu wytwórczym od modelowania procesów biznesowych i analizy systemu poprzez projektowanie aż do implementacji, łącznie z modelowaniem wymagań i modelowaniem danych;
- Microsoft Visio – intuicyjne i łatwe do opanowania narzędzie do tworzenia diagramów;
- ADONIS:Community Edition – bezpłatny program do modelowania i optymalizacji procesów biznesowych w BPMN 2.0.

Odpowiedni dobór narzędzi ułatwia i przyspiesza prace związane z opracowaniem diagramów i ich edycję. Tymczasem z wcześniej już wspomnianego raportu Jama Software wynika, że ponad 83% ankietowanych zapisuje wymagania w plikach edytorów tekstów i arkuszach kalkulacyjnych, 42% w e-mailach, a 31% – w ogóle ich nie zapisuje, tylko przekazuje ustnie podczas codziennych spotkań zespołu. Jednak ponad 71% badanych przyznało, że najlepiej wątpliwości związane z wymaganiami wyjaśniają diagramy procesów.

Podsumowanie

Celem modelowania procesów biznesowych (niezależnie od tego, czy jest ono przeprowadzane w związku z reorganizacją w firmie, czy z modyfikacją istniejącej-

go oprogramowania lub z wytworzeniem nowego) jest szczegółowe opisanie danej firmy, zachodzących w niej zdarzeń typowych i nietypowych z uwzględnieniem roli uczestniczących w nich osób oraz wykorzystywanych zasobów. Modelowanie procesów biznesowych musi uwzględniać sytuacje zmienne i niepewne oraz związane z tym ryzyka, a także powiązania z innymi obszarami (biznesowymi, prawnymi, informatycznymi itd.). Wymaga zrozumienia działania procesów biznesowych, ewentualnej ich optymalizacji i ostatecznie zaakceptowania ustalonych i zdokumentowanych modeli.

Zapotrzebowanie na analityków procesów biznesowych, ze znajomością danej dziedziny biznesowej oraz odpowiednich technologii i narzędzi wspierających pracę w tym zakresie, jest obecnie bardzo duże ze względu na powszechne wdrażanie systemów informatycznych, zastępowanie starych systemów nowymi oraz ich integrację z innymi systemami. Zadaniem analityków jest nie tylko zebranie wszelkiej wiedzy związanej z analizowanym obszarem biznesowym, ale jej uporządkowanie, wskazanie nieprawidłowości w funkcjonowaniu i zaproponowanie lepszych, elastycznych, wydajnych i skalowalnych rozwiązań. Jakość przeprowadzonej analizy i opracowanych modeli procesów biznesowych ma bezpośredni wpływ na powodzenie podejmowanych przedsięwzięć informatycznych i jakość wytworzonego systemu (bazy danych, oprogramowania).

Modelowanie procesów biznesowych jest zadaniem złożonym i powinno być wykonywane przez specjalistów z wykorzystaniem dostępnych narzędzi wspierających tę pracę.

Literatura

1. Sałaciński M., *Modelowanie procesów biznesowych. Praktyczne wykorzystanie BPMN*, www.software.com.pl (3.12.2012).
2. Simpson J., *The State of Requirements Management 2011*, Jama Software.
3. Specyfikacje *Object Management Group*, www.omg.org/spec (10.01.2012).
4. Strona domowa firmy MGX Infoservice, www.mgx.com.pl (10.01.2012).

BUSINESS PROCESS MODELING

Summary

Business process modeling is a task dealt with by analysts who identify corporate business processes and describe them using a dedicated notation. The constantly changing reality is a significant problem. The issues related to business process modeling are

presented in this paper. The tools supporting the work of analysts are also discussed; the right choice of tools makes it easier to develop and edit diagrams and reduces the amount of time required.

Translated by Zygmunt Mazur

AGNIESZKA MISZTAŁ

Politechnika Poznańska

KOMPUTEROWE WSPOMAGANIE SYSTEMÓW ZARZĄDZANIA

Wprowadzenie

W ostatnich kilkunastu latach obserwujemy w polskiej, jak i światowej gospodarce tendencję stosowania systemowego podejścia do zarządzania. Kierunek ten nakreślili znawcy zarządzania jakością, którzy w wyniku fascynacji systemowym i procesowym modelem zarządzania jakością, który jest dowodem na spełnianie potrzeb klientów, doprowadzili do prawie półtora miliona certyfikowanych systemów w ponad 170 krajach na świecie¹. W ślad za systemami zarządzania jakością modelem tym zaczęto obejmować inne wybrane obszary zarządzania, jak bezpieczeństwo i higiena pracy (OHSAS 18001), zarządzanie środowiskowe (ISO 14001), bezpieczeństwo żywności (ISO 22000), bezpieczeństwo informacji (ISO 27001) czy też zarządzanie bezpieczeństwem dla łańcucha dostaw (ISO 28000)². Skala tego trendu spowodowała potrzebę z informatyzowania czynności wynikających z wymagań poszczególnych systemów, przede wszystkim nadzorowania dokumentacji i prowadzenia zapisów.

System zarządzania jakością z reguły kojarzy się ze stosami papierów, do których należą procedury, instrukcje, regulaminy, formularze oraz załączniki. Z procesem zarządzania jakością wiąże się gromadzenie i przetwarzanie znacznej ilości informacji. Bazy danych wdrażanego systemu muszą zawierać wszelkie niezbędne treści opisujące proces. Każde działanie wymaga szczegółowego scharakte-

¹ *The ISO Survey of certifications 2010*, www.iso.org.pl – International Organization for Standardization (20.12.2011).

² M. Jasiulewicz-Kaczmarek, A. Miształ, B. Mrugańska, *Projektowanie systemów zarządzania jakością*, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2011.

ryzowania i z reguły potwierdzenia na piśmie. Osiągnięcia dotyczące jakości stale wnoszą nowe elementy, dlatego dane wymagają systematycznej i szczegółowej aktualizacji. Dokumentacja stale się rozrasta, uzupełniana jest niezbędnymi atestami, potwierdzeniami, planami kontrolnymi.

Dotychczas większość przedsiębiorstw opracowywała dokumentację systemu jakości w formie tradycyjnej, czyli na papierze. Wiąże się to z takimi niedogodnościami, jak długi czas reakcji między zmianą w dokumencie a jego uaktualnieniem, tworzenie dużej liczby dokumentów, a w przypadku błędów lub zmian – konieczność powtórzenia całego procesu uaktualnienia, druku i dystrybucji dokumentów³. Zaletą stosowania rozwiązań internetowych jest dostępność informacji. Każdy dokument występuje w postaci elektronicznej. Za pomocą przeglądarki internetowej ma do nich dostęp każdy uprawniony użytkownik, pracownik firmy oraz auditor zewnętrzny.

1. Elektroniczne dokumentowanie systemów zarządzania

Wymagania zawarte w normie ISO 9001, jak również wymagania pozostałych systemów zarządzania nakładają na przedsiębiorstwo konieczność starannego dokumentowania tego systemu. Bardzo ważne jest również, by firma zidentyfikowała oraz stale nadzorowała aktualne wersje dokumentów potrzebnych do jego prawidłowego funkcjonowania. Dokumentacja systemu zarządzania jakością obejmuje dokumenty zewnętrzne (normy międzynarodowe i państwowe) oraz dokumenty wewnętrzne (opracowane w ramach przedsiębiorstwa). Wewnętrzna dokumentacja istniejącego w przedsiębiorstwie systemu zarządzania jakością składa się z księgi jakości, procedur, instrukcji i zapisów jakości.

W wymienionych dokumentach systemu zarządzania jakością są opisane wszelkie działania konieczne do uzyskania, a następnie utrzymania odpowiedniego stopnia wiarygodności, że produkowane wyroby będą trwale spełniać ustalone wymagania jakościowe. Norma ISO 9001 wymaga ustanowienia udokumentowanych sześciu podstawowych procedur.

Celem nadzorowania dokumentacji jest zapewnienie aktualności i właściwego dostępu do dokumentów i danych związanych z wymaganiami normy, a także dokumentów zewnętrznych. Aktualne zaświadczenia i dane powinny być dostępne w miejscach, gdzie wykonywane są działania związane z funkcjonowaniem systemu jakości. Nieaktualne dane należy usunąć z wyznaczonych miejsc lub zabezpieczyć przed ich wykorzystaniem oraz odpowiednio oznaczyć⁴.

³ *Zarządzanie jakością*, red. J. Bagiński, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2003.

⁴ A. Pacana, A. Mec, *Systemy zarządzania jakością zgodne z wymaganiami norm ISO serii 9000*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2001.

Nadzorowanie zapisów dotyczy reguł przechowywania zapisów dotyczących jakości. Służą one do wykazania, że system zarządzania jakością jest zgodny z określonymi wcześniej wymaganiami. Ich gromadzenie ma charakter dowodowy, są one przeglądane podczas auditów. Zapisy muszą być łatwe do odszukania, czytelne, odpowiednio oznaczone⁵.

Trzecia z wymaganych procedur wymaga, aby okresowo odbywał się audit wewnętrzny w całym przedsiębiorstwie. Plan przygotowany jest na podstawie dokumentacji oraz doświadczeń z lat poprzednich. Na podstawie danych z planu auditów pełnomocnik ds. systemu wyznacza auditora wiodącego odpowiedzialnego za przeprowadzenie badania, a także ustalenie z nim oraz kierownikami odpowiednich działów terminu jego przeprowadzenia. Następnie zespół auditorów kompletuje dokumentację, która poddawana jest analizie pod kątem zgodności z wymaganiami odpowiednich norm i przepisów. Efektem jej jest lista pytań auditowych. Po analizie następuje zebranie danych i sporządzenie raportu. W trakcie wykonywania tej czynności auditorzy klasyfikują niezgodności i ich przyczyny. Protokół przekazywany jest zainteresowanym osobom w celu określenia działań korygujących i zapobiegawczych⁶.

W czwartej procedurze nadzoru nad wyrobem niezgodnym należy odpowiednio postępować z niezgodnościami poprzez izolowanie, ich opisywanie ze wskazaniem miejsca składowania, postępowania, przyczyn i kosztów z tym związanych⁷.

Ostatnie dwie wymagane procedury dotyczą działań korygujących i zapobiegawczych. W czynnościach projakościowych należy zwrócić większą uwagę na zapobieganie niż usuwanie problemów. Powinno się określić zakresy tych czynności w zależności od poziomów błędów oraz odpowiednio sklasyfikować i dostosować do nich działania.

Zestawienie procedur trzech najpopularniejszych systemów (wg ISO 9001, ISO 14001 i OHSAS 18001) oraz czynności z nich wynikających, a także możliwości ich elektronicznej realizacji przedstawiono w tabeli 1.

⁵ S. Płaska, D. Samociuk, *Systemy zapewnienia jakości formułowane przez normy ISO serii 9000*, Wydawnictwo Uczelniane, Lublin 1998.

⁶ S. Wawak, *Zarządzanie jakością, Teoria i praktyka*, Helion – One Press, Gliwice 2002.

⁷ A. Hamrol, *Zarządzanie jakością z przykładami*, WN PWN, Warszawa 2008.

Tabela 1

Zestawienie procedur jakościowych, środowiskowych i bhp oraz możliwości ich elektronicznego stosowania

Procedura	Sens stosowania	Forma elektronicznej realizacji
Nadzór nad dokumentacją i danymi	Aktualność i właściwy dostęp do dokumentów	Dostęp pracowników przez intranet do dokumentacji systemowej, która: <ul style="list-style-type: none"> - jest zabezpieczona przed wprowadzaniem zmian, - umożliwia wydruk dokumentu, ale z zaznaczeniem daty wydruku, - wskazuje historię zmian, - umożliwia wysyłanie powiadomień o wprowadzeniu zmian, - eliminuje dostęp do nieaktualnej wersji dokumentu
Nadzorowanie zapisów	Łatwe do odszukania, czytelne, odpowiednio oznaczone zapisy	Tam, gdzie to możliwe, ewidencje zaistniałych zdarzeń prowadzi się elektronicznie: <ul style="list-style-type: none"> - w opracowanych formularzach oznaczonych nadanym numerem identyfikacyjnym wg przywołania w dokumentacji, - automatycznie przypisuje się czas edycji, - można powiadamiać o terminach wynikających z ewidencji, - automatycznie wykonywana jest analiza danych – raportowanie
Audyty wewnętrzne	Planowanie, organizowanie, przeprowadzanie i dokumentowanie auditów wewnętrznych	Opracowany roczny plan auditów dostępny jest dla wszystkich zainteresowanych. Audytorzy opracowują harmonogram auditu, który jest rozsyłany zainteresowanym komórkom. Na podstawie dokumentacji przechowywanej w systemie mogą generować się pytania audytowe. Audytorzy opracowują protokół z auditu, który elektronicznie modyfikują/zatwierdzają osoby związane z auditem
Nadzorowanie niezgodności	Izolowanie i opisywanie niezgodności i postępowania z nimi	Elektroniczna ewidencja niezgodności, która określa: <ul style="list-style-type: none"> - opis zdarzenia, daty, osoby, - przyczyny, skutki, - podjęte działania korekcyjne, - powiązanie z niezbędnymi działaniami korygującymi
Działania korygujące	Podjęcie i dokumentowanie działań eliminujących przyczyny zaistniałych niezgodności	Elektroniczne inicjowanie działań korygujących i ich opiniowanie. Nadzorowanie wykonania i terminów zadań wynikających z poszczególnych działań korygujących
Działania zapobiegawcze	Podjęcie i dokumentowanie działań eliminujących przyczyny potencjalnych niezgodności	Elektroniczne inicjowanie działań zapobiegawczych i ich opiniowanie. Nadzorowanie wykonania i terminów zadań wynikających z poszczególnych działań zapobiegawczych
Nadzorowanie wymagań prawnych i innych	Identyfikowanie wymagań prawnych i dostęp do nich	Prowadzenie aktualizowanego na bieżąco wykazu wymagań prawnych i norm wraz ze ścieżką dostępu (Internet, zasoby programowe). Powiązanie wymagań z poszczególnymi procesami, aby stanowiły dokument związany przy audytowaniu
Szkolenia	Zapewnienie kompetencji i świadomości pracowników	Prowadzony elektronicznie rejestr szkoleń z możliwością powiadamiania o terminie rozpoczęcia/zakończenia szkolenia

Procedura	Sens stosowania	Forma elektronicznej realizacji
Monitorowanie znaczących aspektów środowiskowych	Monitorowanie charakterystyk operacji mających znaczący wpływ na środowisko	Prowadzony elektronicznie arkusz charakterystyk z możliwością odniesienia do ustalonych norm i powiadamiania o terminie wykonania pomiaru
Identyfikacja zagrożeń, ocena ryzyka i określenie środków kontroli	Identyfikowanie zagrożeń, ocena ryzyka, środki kontroli	Zespołowa identyfikacja zagrożeń (na zasadzie elektronicznego opiniowania propozycji), ocena ryzyka wg wybranej metody i okresowa kontrola z możliwością powiadamiania o terminie
Badanie zdarzeń wypadkowych	Rejestrowanie i analizowanie wypadków	Elektroniczna ewidencja wypadków określa: <ul style="list-style-type: none"> - opis wypadku, daty, osoby, - przyczyny, konsekwencje, - podjęte działania powypadkowe, - powiązanie z niezbędnymi działaniami korygującymi

Źródło: opracowanie własne na podstawie: M. Jasiulewicz-Kaczmarek, A. Misztal, B. Mrugalska, *op. cit.*

Możliwość elektronicznego prowadzenia powyższych zapisów uzależniona jest przede wszystkim od miejsca i warunków ich prowadzenia. Większość powyższych zapisów prowadzi pełnomocnik ds. systemu i czyni to właściwie zza biurka, więc pewne jest powodzenie prowadzenia ich elektronicznie. W przypadku gdy zapisy są ściśle związane z procesem produkcyjnym, są prowadzone podczas wykonywania czynności na hali produkcyjnej – oczywiste jest, że będą wykonywane odręcznie. Istnieją jednak przedsiębiorstwa, gdzie pracownicy najniższego szczebla są wyposażeni w komputery na stanowisku pracy i mogą prowadzić zapisy bezpośrednio do systemu. Zależy to jednak od umiejętności pracowników i ich świadomości, a także możliwości sprzętowych przedsiębiorstwa.

2. Wspomaganie komputerowe systemów zarządzania

Sprawne zarządzanie firmą łączy się z koordynacją przepływu informacji. W tym celu kluczowe jest wdrożenie systemu informatycznego obejmującego cały obszar działania przedsiębiorstwa i dążącego do jego integracji na poziomie procesów. W każdej firmie celem wdrożenia zintegrowanego systemu zarządzania powinno być usprawnienie funkcjonowania przedsiębiorstwa, zwłaszcza poprzez analizę i optymalizację procesów w odniesieniu do strategii przedsiębiorstwa⁸. Konstrukcja programów umożliwia rozwój i instalację kolejnych kompatybilnych aplikacji, spełniających potrzeby firmy. Oprogramowania stwarzają możliwość opracowania, aktualizacji, a także dystrybucji dokumentacji, zaprojektowanie audytów wewnętrznych, rejestrację niezgodności oraz wprowadzenie działań korygują-

⁸ Zarządzanie jakością...

cych i nadzór nad nimi. Wszystkie rozwiązania informatyczne umożliwiają uregulowanie zagadnień z ewidencją dokumentów, tworzeniem dokumentacji, dystrybucją i nadzorem nad dokumentami oraz autoryzacją dokumentów. Podłączenie do każdego typu dokumentu odpowiedniego szablonu zapewnia tworzenie standardowych dokumentów systemowych, takich jak: procedury, formularze, instrukcje, stanowi pomoc we wdrożeniu Systemu Zarządzania Jakością.

Na rynku dostępne są gotowe rozwiązania informatyczne. Zadaniem ich jest wyeliminowanie papierowej wersji dokumentów oraz zmniejszenie wydatków i czasu, które firma przeznaczona na utrzymanie systemu jakości. Większość firm zamawia u dostawców oprogramowanie dostosowane do ich potrzeb. W Stanach Zjednoczonych dostępnych jest ponad 50 aplikacji wspomagających nadzorowanie dokumentacji, zapisów i zarządzanie procesowe. Oferują one różne od siebie rozwiązania, ale właściwie sprowadzają się do tej samej funkcji – pozwalają na przejrzyste wprowadzanie zmian do dokumentacji według ustalonej ścieżki ich zatwierdzania oraz automatyczne powiadamianie o wprowadzonych zmianach. Wiele z nich, oprócz podstawowej funkcji nadzorowania dokumentacji, oferuje możliwość prowadzenia głównych zapisów systemowych dotyczących niezgodności, działań zapobiegawczych, korygujących, auditów, szkoleń, wyposażenia pomiarowego, a także dodatkowe narzędzia, jak np. obsługa klienta, ocena dostawców, SPC, FMEA⁹. W Polsce przoduje kilka aplikacji, które stanowią gotowe rozwiązania nakierowane przede wszystkim na systemy duże, skomplikowane (wskazuje na to ich zawołałość w monitorowaniu zatwierdzania dokumentów przez kolejne upoważnione osoby). Zestawienie najpopularniejszych obecnie na rynku rozwiązań informatycznych wraz z dostępnymi funkcjami przedstawiono w tabeli 2.

Zestawienie w tabeli 2 sugeruje, że dostępne na rynku polskim aplikacje nie wyczerpują możliwości wspomaganie komputerowego systemów zarządzania w porównaniu z możliwościami wykazanymi w tabeli 1. Poszczególne programy oferują wybrane moduły systemów zarządzania. Istnieje jeszcze wiele obszarów, które można byłoby objąć zarządzaniem elektronicznym, jak np. nadzorowanie wymagań prawnych i norm, identyfikacja i nadzorowanie aspektów środowiskowych czy nadzorowanie wypadków przy pracy. Istnieją też obszary zupełnie specyficzne dla przedsiębiorstwa, jak ocena dostawców, która trudna jest do ujednoczenia w realiach przedsiębiorstw różnych branż i wielkości.

Większość gotowych aplikacji nie odpowiada w pełni potrzebom konkretnej firmy. Należy wówczas dopasować zaproponowane rozwiązania do realiów przedsiębiorstwa lub opracować aplikację zupełnie nową według potrzeb i oczekiwań konkretnego przedsiębiorstwa. Zaletą takiego programu będzie zastosowanie rozwiązań adekwatnych do konkretnych realiów i wyeliminowanie konieczności do-

⁹ J. Jones, *Document Control Software Buyers Guide*, www.qualitydigest.com (20.12.2011).

stosowywania się do pomysłów sprecyzowanych na przykładach innych przedsiębiorstw. Niestety, nie wszystkie przedsiębiorstwa stać jest na takie udogodnienie.

Tabela 2

Najczęściej stosowane rozwiązania informatyczne w Polsce

Lp.	Nazwa programu	Dostępne funkcje
1.	NAuDoc	Nadzorowanie dokumentacji Zarządzanie procesami Powiązanie dokumentów i zapisów ze strukturą organizacyjną Zapisy dotyczące niezgodności Zapisy dotyczące zadowolenia klienta Zapisy działań korygujących i zapobiegawczych Prowadzenie auditów wewnętrznych Zapisy z przeglądu zarządzania Nadzorowanie wyposażenia pomiarowego
2.	NND 9000	Nadzorowanie dokumentacji Zarządzanie procesami Powiązanie dokumentów i zapisów ze strukturą organizacyjną Zapisy dotyczące niezgodności Zapisy dotyczące zadowolenia klienta Zapisy działań korygujących i zapobiegawczych Prowadzenie auditów wewnętrznych Nadzorowanie wyposażenia pomiarowego
3.	ISOFT Document Management System	Nadzorowanie dokumentacji Zarządzanie procesami Powiązanie dokumentów i zapisów ze strukturą organizacyjną Zapisy dotyczące niezgodności Zapisy dotyczące zadowolenia klienta Zapisy działań korygujących i zapobiegawczych Zarządzanie kadrami Obsługa klienta
4.	ISO 9001	Nadzorowanie dokumentacji Zarządzanie kadrami Obsługa klienta Wybrane narzędzia jakości
5.	DGA-BMP	Nadzorowanie dokumentacji Zarządzanie procesami
6.	Dedal	Nadzorowanie dokumentacji
7.	ARIS QMS	Zarządzanie procesami

Źródło: Misztal A., Drażyk M., *Review of current computer solutions aiding the quality management*, w: *Information Systems in Management X*, red. P. Jałowicki, A. Orłowski, WULS Press, Warszawa 2011.

Podsumowanie

Głównym zadaniem systemów zarządzania jest nadzorowanie dokumentacji systemowej i prowadzenie zapisów będących dowodami obiektywnymi na wykonanie czynności i udokumentowanie jej wyników. W praktyce oznacza to utrzymywanie w ciągłej aktualności dokumentów oraz prowadzenie czytelnych i łatwo dostępnych zapisów. Pozwala to na zwiększenie efektywności systemu oraz wspomaga audyty wewnętrzne, podnosząc ich skuteczność. W wielu przedsiębiorstwach ilość utrzymywanych dokumentów i wielorakość prowadzonych zapisów przemawia za tym, aby wprowadzić w życie komputerowe wspomaganie. Programy usprawniają wymianę informacji pomiędzy pracownikami, a tym samym wspomagają pracę zespołową, zwiększają bezpieczeństwo oraz nadzór nad danymi istotnymi dla skutecznej pracy. W zależności od oczekiwań i zakresu elektronicznej dokumentacji polscy przedsiębiorcy mają do wyboru kilka gotowych rozwiązań. Programy te oferują przede wszystkim elektroniczne nadzorowanie dokumentacji i zapisów, a poza tym nadzorowanie wybranych obszarów zarządzania przedsiębiorstwem. Gotowość rozwiązania i jego uniwersalność w odniesieniu do szerokiego wachlarza klientów sprawiają, że niekiedy należy dostosować swoje oczekiwania do propozycji danego programu. Spełnienie wszystkich oczekiwań wobec aplikacji może zapewnić jedynie zbudowanie programu od podstaw na życzenie konkretnego przedsiębiorstwa.

Literatura

1. Hamrol A., *Zarządzanie jakością z przykładami*, WN PWN, Warszawa 2008.
2. Jasiulewicz-Kaczmarek M., Misztal A., Mrugalska B., *Projektowanie systemów zarządzania jakością*, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2011.
3. Jones J., *Document Control Software Buyers Guide*, www.qualitydigest.com (20.12.2011).
4. Misztal A., Drażyk M., *Review of current computer solutions aiding the quality management*, w: *Information Systems in Management X*, red. P. Jałowiecki, A. Orłowski, WULS Press, Warszawa 2011.
5. Pacana A., Mec A., *Systemy zarządzania jakością zgodne z wymaganiami norm ISO serii 9000*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2001.
6. Płaska S., Samociuk D., *Systemy zapewnienia jakości formułowane przez normy ISO serii 9000*, Wydawnictwo Uczelniane, Lublin 1998.
7. *The ISO Survey of certifications 2010*, www.iso.org.pl – International Organization for Standardization (20.12.2011).
8. Wawak S., *Zarządzanie jakością, Teoria i praktyka*, Helion – One Press, Gliwice 2002.

9. *Zarządzanie jakością*, red. J. Bagiński, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2003.

MANAGEMENT SYSTEMS COMPUTER AIDED

Summary

The article is dealing with management systems computer-aided. Timeliness subject confirms the significant multiplicity of systems in Poland and worldwide. Requirements for management systems lead to maintain specific documentation and records. In the case of many personal relationships it can be difficult. Confronting this need are computer applications that support and monitoring the documentation and records. The article attempts of refinement functions that can be electronically done. In the article tried to compare it with the capabilities of Poland's most popular programs.

Translated by Wojciech Misztal

MARCIN RELICH

Uniwersytet Zielonogórski

WSPOMAGANIE E-BIZNESU W MAŁYCH I ŚREDNICH PRZEDSIĘBIORSTWACH DZIĘKI WYKORZYSTANIU SYSTEMU KLASY ERP

Wprowadzenie

W sytuacji zwiększającej się globalizacji można zaobserwować coraz wyraźniejszy wzrost zaangażowania małych i średnich przedsiębiorstw (MSP) w uczestnictwie na światowym rynku. Małe firmy ze względu na wewnętrzne ograniczenia są bardziej wrażliwe na nieodłączne ryzyko działalności na międzynarodowym rynku. Do ograniczeń tych można zaliczyć na przykład niedobór środków finansowych, wysoko kwalifikowanych pracowników czy też zasobów informacyjnych potrzebnych w warunkach niepewności i ryzyka występującego w trakcie podejmowania działalności na rynkach zewnętrznych.

Rozwój procesów występujących w tradycyjnym przedsiębiorstwie staje się niewystarczający do osiągnięcia długotrwałego, satysfakcjonującego wyniku. Prowadzenie działalności w wysoce konkurencyjnym otoczeniu warunkuje wykorzystanie potencjału elektronicznego biznesu (określanego dalej jako e-biznes), który może pomóc w osiągnięciu przewagi konkurencyjnej. Podstawą e-biznesu jest zastosowanie informatycznych i komunikacyjnych technologii, które mogą zmienić dotychczasową koncepcję prowadzenia przedsiębiorstwa oraz stworzyć warunki dla rozwoju firmy na rynkach międzynarodowych.

Występujący obecnie proces globalizacji oraz rozwój technologii informatycznych wpływa na zmiany w funkcjonowaniu przedsiębiorstwa, a tym samym w koncepcji tradycyjnego modelu przedsiębiorstwa. Znaczenie modelu elektronicznego przedsiębiorstwa wzrasta w odniesieniu do stale rozszerzającego się zasięgu działalności przedsiębiorstwa (współpracy pomiędzy partnerami handlowymi). Wykorzystanie modelu elektronicznego przedsiębiorstwa umożliwia firmom funk-

cjonowanie w warunkach konkurencji, w osiągnięciu większego udziału w rynku czy w wypracowaniu większej lojalności klientów.

Systemy klasy ERP (*Enterprise Resource Planning*) wspomagają zarządzanie wszystkimi procesami gospodarczymi przedsiębiorstwa ze szczególnym uwzględnieniem przepływów finansowych. Dzięki wykorzystaniu nowoczesnych rozwiązań łączności komputerowej i metod komunikacji sieciowej systemy ERP umożliwiają przedsiębiorstwom swobodniejszą współpracę z dostawcami oraz klientami. Technologie internetowe umożliwiają obecnie pracę w systemie ERP za pośrednictwem przeglądarki WWW (ERP II). Dzięki temu klient może nie tylko uzyskać informacje o ofercie przedsiębiorstwa, lecz również złożyć zamówienie. W ten sposób systemy ERP II stymulują elektroniczną integrację nie tylko samych systemów informatycznych, ale także procesów biznesowych partnerów gospodarczych, przyczyniając się do zwiększenia ich efektywności przez efekt synergii i tworząc podstawę do funkcjonowania organizacji wirtualnych¹.

1. E-biznes w małych i średnich przedsiębiorstwach

W celu określenia natury i kontekstu małych i średnich przedsiębiorstw ważne jest, aby nie traktować ich jako małe wersje dużych przedsiębiorstw. MSP posiadają specyficzne cechy dotyczące zasobów ludzkich oraz technologicznych. Ze względu na ograniczenia finansowe zazwyczaj nie inwestują one w nową technologię, jeśli nie widzą jej natychmiastowego wykorzystania. Również nie inwestują w szkolenia (edukację) pracowników, jeśli na skutek tego kluczowi pracownicy nie wywiązywaliby się ze swoich bieżących zadań, są w najbliższym czasie przewidziani do wykonywania innych obowiązków, czy jeśli zdobyta wiedza nie jest możliwa do wykorzystania w praktyce. Tradycyjne czasochłonne, teoretyczne i oparte na wykładach kursy są traktowane przez małe przedsiębiorstwa jako nieużyteczne. Dlatego też coraz częściej MSP zwracają się w kierunku alternatywnych możliwości edukacji, na przykład typu *e-learning*. Tego typu kształcenie może prowadzić do wzrostu konkurencyjności MSP, na przykład poprzez szkolenia dotyczące technik sprzedaży, zarządzania finansami czy środowiskiem².

Wzrost handlu elektronicznego (e-handel), czyli kupowanie i sprzedawanie przez media elektroniczne, umożliwia MSP z nową infrastrukturą konkurowanie na równi z dużymi przedsiębiorstwami. Jedną z cech MSP jest ich zdolność szybszego przystosowania się do wymagań klienta. Pozwala to MSP przesuwać się w kierunku

¹ A. Sankowska, *Organizacje wirtualne*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu, Poznań 2009.

² *E-learning dla wzrostu konkurencyjności małych i średnich przedsiębiorstw*, red. D. Korprowska, T. Sułkowski, w: *E-kształcenie w małych i średnich przedsiębiorstwach*, Państwowy Instytut Badawczy, Radom 2008, s. 98.

bardziej zyskowych obszarów rynku. Chociaż istnieje możliwość zwiększenia konkurencyjności MSP poprzez wdrożenie e-biznesu, niewiele przedsiębiorstw się na to decyduje. Powody tego są różne, na przykład brak świadomości, niepewność dotycząca wielkości zysków generowanych przez e-handel czy to, że produkt firmy nie jest właściwy dla sprzedaży internetowej.

Proces transformacji firmy w kierunku e-biznesu potrzebuje wiedzy o technologii i możliwościach jej wykorzystania w nowy sposób. Wynika stąd potrzeba uczenia i rozwoju kompetencji wśród pracowników firmy, aby przeprowadzić tę transformację. W procesie transformacji przedsiębiorstwa do e-biznesu można wyszczególnić następujące fazy:

- dostęp do poczty elektronicznej oraz Internetu,
- założenie strony internetowej przedsiębiorstwa,
- kupno–sprzedaż *online*,
- electronic ERP (tzw. e-komponenty, np. e-CRM, e-SCM – por. rozdział 2).

Do współczesnych wyzwań i trendów, które wywierają wpływ na MSP, można zaliczyć³:

- duże przedsiębiorstwa redukują liczbę stałych pracowników, korzystając w razie potrzeby z usług MSP,
- technologia informatyczna i komunikacyjna ma coraz większe znaczenie jako środek zwiększania obrotów przedsiębiorstwa,
- wzrasta poziom globalizacji, co wpływa na konieczność rywalizacji z międzynarodową konkurencją,
- zamożność i nabycie wysokich umiejętności wpływa na wzrost mobilności ludzi,
- większy nacisk na dywersyfikację, tak w aspekcie działalności przedsiębiorstwa, jak i umiejętności pracowników,
- większy indywidualizm konsumenta wpływa na jego oczekiwania względem produktu,
- większy popyt na specjalistyczne umiejętności.

Wydaje się, że spośród wyżej wymienionych czynników niebagatelne znaczenie ma technologia informatyczna i komunikacyjna, z której przedsiębiorstwo powinno korzystać. Duże przedsiębiorstwa posiadają większe możliwości korzystania z nowych technologii, jednakże MSP są bardziej wrażliwe na zmiany na rynku.

Do głównych przyczyn braku zainteresowania MSP wdrożeniem e-biznesu można zaliczyć:

³ G.N. Papageorgiou, O. Tringides, *Towards an effective e-business development framework for small and medium-sized enterprises in Europe*, „Journal of Business and Society” 2006, Vol. 19, s. 135.

- brak długookresowej wizji (strategii) przedsiębiorstwa oraz skupianie się na bieżących kwestiach, takich jak zysk, podatki, rywalizacja z konkurencją, spełnienie których jest wymogiem przetrwania firmy;
- niedostateczne rozpoznanie możliwości, które oferuje Internet i e-handel.

Czynnikami hamującymi wprowadzenie koncepcji e-biznesu mogą być na przykład: stopień koniecznych inwestycji, opłaty za dostęp do Internetu, utworzenie domeny czy strony internetowej firmy, niskie kwalifikacje pracowników, brak widocznych korzyści dla firmy, powolny lub niestabilny transfer danych przez łącza komunikacyjne, obawa przed wirusami czy hakerami. Do innych powodów braku wdrożeń e-biznesu można zaliczyć to, że produkt/usługa jest nieodpowiedni do elektronicznego handlu, rynek jest zbyt mały, niepewność co do płatności, terminów dostaw czy gwarancji, logistyczne wąskie gardła lub strata istniejących kanałów sprzedaży. Nie bez znaczenia na wdrożenie e-biznesu w MSP jest też wielkość firmy (koszt korzystania z Internetu w mikro czy małych przedsiębiorstwach może być relatywnie wysoki) czy też wiek decydenta, którym zazwyczaj jest właściciel (starsza osoba prawdopodobnie będzie mniej skłonna do wykorzystania Internetu jako narzędzia biznesowego)⁴.

2. Wykorzystanie electronic-ERP w e-biznesie

W gospodarce elektronicznej zmianie ulegają sposoby organizowania związków między kontrahentami, które budowane są na bazie nowych technologii komunikacyjnych i informatycznych (głównie Internetu)⁵. Gwałtowny rozwój Internetu zmienił tradycyjne podejście do prowadzenia działalności gospodarczej na model gospodarowania określane jako e-biznes. Przedsiębiorstwa realizujące ten model są określane jako przedsiębiorstwa usieciowione (*net-enterprise*, *web-enterprise*). Wykorzystują one sieci i systemy oparte na wiedzy do zwiększania swych zdolności do uczenia się, dzielenia wiedzy i szybkiego reagowania na potrzeby klientów⁶. Gromadzą one wszystkie informacje dotyczące swojej działalności w postaci elektronicznej i wykorzystują globalną infrastrukturę komunikacyjną, jaką oferują m.in. Internet, intranet oraz sieci telekomunikacyjne.

Podstawą prowadzenia działalności gospodarczej tych organizacji jest umożliwienie łatwego dostępu do informacji, szybkie komunikowanie się i zawieranie transakcji drogą elektroniczną. Konieczne jest udostępnienie zasobów informacji

⁴ *Ibidem*, s. 138-139.

⁵ H. Dudycz, M. Dyczkowski, *Tendencje rozwojowe gospodarczych systemów informacyjnych*, w: *Rozwój i zastosowania technologii i systemów informatycznych*, IBS PAN, Warszawa 2001, s. 96.

⁶ W. Chmielarz, *Handel elektroniczny nie tylko w gospodarce wirtualnej*, Wydawnictwa Naukowe Wydziału Zarządzania Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 2001, s. 16.

zgromadzonych m.in. w bazach danych systemów transakcyjnych – nie tylko pracownikom, ale też klientom czy dostawcom. Prowadzenie e-biznesu wymaga dostosowania systemu informacyjnego przedsiębiorstwa do działania w technologii internetowej i zagwarantowania dostępu do jego zasobów podmiotom zewnętrznym.

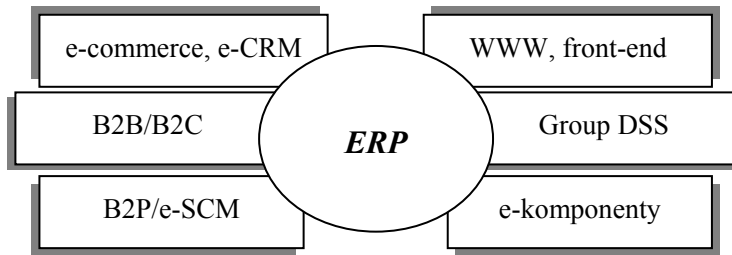
Analizując systemy określone jako electronic ERP (eERP, ERP II), można stwierdzić, że podstawową cechą, która odróżnia je od systemów ERP, jest możliwość korzystania z bazy danych i funkcji systemu poprzez sieć WWW. System eERP cechuje też odejście od rozróżniania w systemie informacyjnym modułów funkcjonalnych w kierunku tworzenia systemów opartych na tzw. e-komponentach (*e-suits*). Oferują one możliwość tworzenia portali internetowych przeznaczonych nie tylko dla pracowników, ale również dla podmiotów zewnętrznych (klientów instytucjonalnych i indywidualnych, dostawców czy firm kooperujących)⁷. Zadaniem portali jest zapewnienie bezpośredniej komunikacji użytkowników z zasobami systemu informacyjnego przedsiębiorstwa. Portale systemów eERP umożliwiają w szczególności:

- dostęp do bazy danych i funkcji systemu za pomocą przeglądarki internetowej użytkownikom wewnętrznym, co jest szczególnie ważne dla pracowników wykonujących pracę w terenie;
- dokonywanie zakupów w sklepach internetowych utworzonych przez przedsiębiorstwo, czyli prowadzenie handlu elektronicznego typu B2C (*business to customer*) oraz wykorzystanie Internetu w zarządzaniu relacjami z klientem (*electronic Customer Relationship Management – e-CRM*);
- prowadzenie biznesu elektronicznego typu B2B, czyli zawieranie transakcji handlowych między partnerami rynkowymi (dostawcami, klientami);
- integrację systemów ERP partnerów rynkowych i rozszerzanie biznesu typu B2B do postaci kooperowania biznesów (*co-operative business*), określanego też mianem B2P (*business to partners*), które oprócz operacji handlowych, polega na wspólnym działaniu w zakresie planowania zaopatrzenia, produkcji i dystrybucji, prowadzeniu prac badawczo-rozwojowych itp., co prowadzi do zarządzania zintegrowanym łańcuchem dostaw na platformie internetowej (*electronic Supply Chain Management – e-SCM*).

Portale systemów eERP stanowią też platformę dla integracji systemu ERP z systemami CRM i SCM, do których dostęp jest realizowany przez sieć Internet (e-CRM i e-SCM). Portale te mogą być także wykorzystane do tworzenia tzw. grupowych systemów wspomaganie decyzji (*Group Decision Support Systems – GDSS*)⁸, które korzystają z intranetu jako platformy komunikacyjnej. Na rysunku 1 została przedstawiona idea systemów eERP.

⁷ P. Lech, *Zintegrowane systemy zarządzania ERP/ERP II*, Difin, Warszawa 2003, s. 20.

⁸ D. Dziuba, *Grupowe systemy wspomaganie decyzji we wspomaganie procesów decyzyjnych*, w: *Systemy wspomaganie organizacji*, red. J. Gołuchowski i H. Sroka, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, Katowice 2000, s. 67–78.



Rys. 1. Idea systemów eERP

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Dudycz i Dyczkowski, *op. cit.*, s. 99.

Model B2B/B2C jest często definiowany jako proces negocjacyjny między przedsiębiorstwami przez Internet czy inne technologie. Wykonywanie operacji gospodarczych w tradycyjnym modelu przedsiębiorstwa może zostać usprawnione poprzez wykorzystanie nowych technologii, co skutkuje zazwyczaj osiągnięciem wyższej efektywności. Ze względu na intensywny proces globalizacji tradycyjne źródła przewagi konkurencyjnej, takie jak niskie koszty bezpośrednie wytworzenia produktu, dogodne ulokowanie przedsiębiorstwa produkcyjnego czy sieci dystrybucyjnej wyrobów, tracą na znaczeniu. Wobec tego firmy poszukują nowych możliwości poprawienia efektywności swojej działalności. Wykorzystanie modelu B2B/B2C tworzy korzystne warunki dla przedsiębiorstw do uzyskania wzrostu efektywności wewnętrznych operacji, szybkiej wymiany informacji czy szybkiego reagowania na potrzeby klienta. Nie bez znaczenia w modelu tym jest nawiązanie bezpośredniej kooperacji z partnerem biznesowym; rezygnacja z usług pośredników skutkuje skróceniem łańcucha logistycznego, a tym samym zmniejszeniem kosztów z tym związanych.

Wśród korzyści stosowania modelu B2B/B2C można wymienić:

- oszczędność czasu w odniesieniu do wymiany informacji pomiędzy klientem a sprzedającym oraz przeprowadzenia procesu sprzedaży,
- zmniejszenie wydatków związanych z automatyzacją procesu sprzedaży oraz skróceniem łańcucha logistycznego (sprzedaż bezpośrednio dla klienta, bez udziału pośredników),
- przyspieszenie procesu zwrotu towaru,
- uproszczenie procesu sprzedaży i utworzenie go bardziej komfortowym dla klienta.

Podsumowując, można stwierdzić, że systemy eERP – oprócz funkcjonalności systemu bazowego ERP, do której zapewniają dostęp za pomocą przeglądarki WWW – umożliwiają kompleksową obsługę procesów biznesowych realizowanych

przez współpracujące obiekty gospodarcze, wykorzystując w tym celu technologie internetowe.

Podsumowanie

Ze względu na intensywny proces globalizacji tradycyjne źródła przewagi konkurencyjnej, takie jak przykładowo dogodne położenie, tracą na znaczeniu. Wobec tego firmy poszukują nowych możliwości poprawienia efektywności swojej działalności. Wykorzystanie modelu *business to business* czy *business to customer* tworzy korzystne warunki dla przedsiębiorstw do uzyskania wzrostu efektywności wewnętrznych operacji, szybkiej wymiany informacji czy szybkiego reagowania na potrzeby klienta. Procesy globalizacji determinują działalność przedsiębiorstwa na krajowym, jak również międzynarodowym rynku. Obecnie obserwuje się stały rozwój e-biznesu, opierający się na zastosowaniu technologii informatycznych i komunikacyjnych do realizacji tradycyjnych procesów biznesowych. Korzyści z połączenia zastosowań e-biznesu z tradycyjnymi procesami biznesowymi pozwalają uzyskać przewagę konkurencyjną i wejść na rynek międzynarodowy. Ponadto do korzyści wykorzystania e-handlu można zaliczyć oszczędność kosztów poprzez uproszczenie procesów (na przykład sprzedaży, zakupu) realizowanych w firmie. Ma to szczególne znaczenie w sektorze małych i średnich przedsiębiorstw, które posiadają zazwyczaj ograniczony dostęp do środków pieniężnych oraz funkcjonują na rynkach o wysokim poziomie konkurencji.

Literatura

1. Chmielarz W., *Handel elektroniczny nie tylko w gospodarce wirtualnej*, Wydawnictwa Naukowe Wydziału Zarządzania Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 2001.
2. Dąbrowska A., Janoś-Kresło M., Wódkowski A., *E-usługi a społeczeństwo informacyjne*, Difin, Warszawa 2009.
3. Dudycz H., Dyczkowski M., *Tendencje rozwojowe gospodarczych systemów informacyjnych*, w: *Rozwój i zastosowania technologii i systemów informatycznych*, IBS PAN, Warszawa 2001.
4. Dziuba D., *Grupowe systemy wspomaganie decyzji we wspomaganii procesów decyzyjnych*, w: *Systemy wspomaganie organizacji*, red. J. Gołuchowski i H. Sroka, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, Katowice 2000.
5. *E-learning dla wzrostu konkurencyjności małych i średnich przedsiębiorstw*, red. D. Koprowska, T. Sułkowski, w: *E-kształcenie w małych i średnich przedsiębiorstwach*, Państwowy Instytut Badawczy, Radom 2008.

6. Lech P., *Zintegrowane systemy zarządzania ERP/ERP II*, Difin, Warszawa 2003.
7. Papageorgiou G.N., Tringides O., *Towards an effective e-business development framework for small and medium-sized enterprises in Europe*, „Journal of Business and Society” 2006, Vol. 19.
8. Sankowska A., *Organizacje wirtualne*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu, Poznań 2009.

E-BUSINESS SUPPORT IN SMALL AND MEDIUM ENTERPRISES WITH USING ERP SYSTEM

Summary

Intensive process of globalization, as well as the changes in customer behavior influences on the adoption of enterprise to the present trends, for example to put an order in electronic way. Use of electronic business (e-business) models gives companies possibility to survive under the conditions of competition or to reach greater markets. However, e-business models have changed usual conception of business. The article aims to present a support of e-business in sector of small and medium enterprises using ERP system.

Translated by Marcin Relich

MACIEJ ROSZKOWSKI

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny

**WIRTUALNY KLASTER KOMPUTEROWY JAKO NARZĘDZIE
OPTIMALIZACJI WYDAJNOŚCI INFRASTRUKTURY TECHNICZNEJ
SPOŁECZEŃSTWA INFORMACYJNEGO**

Wprowadzenie

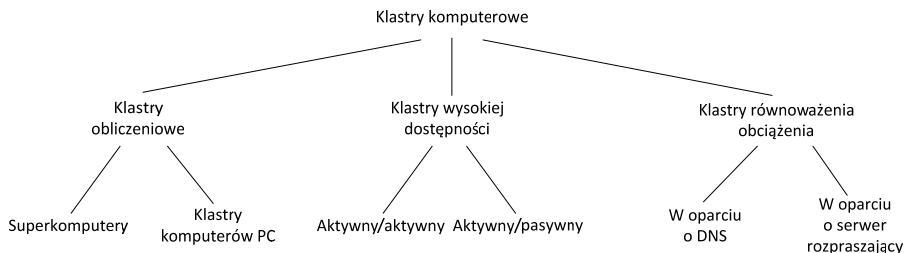
Spółceństwo informacyjne funkcjonuje w oparciu o technologie informatyczne. Ciągły rozwój społeczeństwa informacyjnego jest możliwy dzięki rozwojowi infrastruktury technicznej. Pomimo ciągłego wzrostu wydajności infrastruktury technicznej zawsze pojawiają się zadania, które przekraczają możliwości używanych urządzeń. Wydajność urządzeń komputerowych zwiększa się poprzez stosowanie szybszych technologii półprzewodnikowych i wzrost częstotliwości taktowania procesorów. Tego typu działania wiążą się ze zwiększeniem emisji energii cieplnej i koniecznością wydajniejszego chłodzenia układów elektronicznych. Miniaturyzacja układów elektronicznych w zasadzie dobiega kresu. Przyszłością są rozwiązania równoległe.

Procesory komputerów są wyposażane w kilka rdzeni (*Multi Core*) oraz technologię hiperwątkowości (*Hyper Threading – HT*). Wiele rdzeni jest zintegrowanych w obudowie jednego procesora i każdy z nich stanowi procesor fizyczny wykorzystujący ten sam zestaw wyprowadzeń. Przy użyciu technologii HT do każdego rdzenia procesora fizycznego można przypisać dwa procesory wirtualne, przez co podczas obliczeń prowadzonych równoległe dwa niezależne wątki będą mogły korzystać z procesora w tym samym czasie (sprawia to wrażenie wykonania równoległego). Jeżeli aplikacja potrafi pracować wielowątkowo, to może to przyspieszyć wykonywanie programu od kilku do kilkunastu procent. Procesor wykorzystujący HT jest widziany przez system operacyjny jako dwa procesory logiczne. Wzrost wydajności procesorów przy jednoczesnej niskiej cenie umożliwia konstruowanie

coraz bardziej wydajnych komputerów i serwerów, a w konsekwencji całych systemów komputerowych¹.

1. Klaster komputerowy

Klaster komputerowy (*Computer Cluster*) jest to grupa wzajemnie połączonych niezależnych serwerów współdziałających razem, jako pojedynczy zintegrowany system komputerowy. Każdy serwer w klastrze tworzy węzeł klastra. Każdy z serwerów z osobna może pracować niezależnie, bez klastra. Integracja serwerów w klastrze jest możliwa poprzez oprogramowanie zarządzające klastrem. Głównym zadaniem oprogramowania zarządczego jest sterowanie właściwą pracą systemu, dystrybucją zadań, migracją procesów i zarządzanie zasobami systemu.



Rys. 1. Podział klastrów komputerowych

Źródło: opracowanie własne.

Klaster może realizować różne działania. W zależności od przeznaczenia można wyróżnić trzy rodzaje klastrów (rysunek 1), klastry obliczeniowe (ang. Compute Clusters), klastry wysokiej dostępności (ang. High Availability Clusters), klastry równoważące obciążenie (ang. Load Balancing Clusters).

2. Klaster obliczeniowy

Klaster obliczeniowy zapewnia zwiększoną moc obliczeniową. Najczęściej jest wykorzystywany do przeprowadzania obliczeń wysokiej wydajności (*High Performance Computing*), które wymagają wykonania dużej liczby operacji arytmetycznych.

¹ K. Lal, T. Rak, *Linux a technologie klastrowe*, Mikom, Warszawa 2005, s. 49–95.

tycznych i logicznych.² Obliczenia dotyczące konkretnego zadania są prowadzone w sposób równoległy, za pomocą wielu węzłów działających jednocześnie. Oczywiście zadanie musi zostać wcześniej przekształcone tak, aby każdy węzeł realizował odrębną i niezależną część całego zadania. Obliczenia równoległe znaczenie skracają czas rozwiązania zadań.

Klaster obliczeniowy umożliwia zwiększenie wydajności aplikacji poprzez jej pracę na wielu węzłach klastra równoległe. Do stworzenia aplikacji, która potrafi wykorzystywać równoległe wiele węzłów klastra, niezbędne jest wykorzystanie specjalnej biblioteki programistycznej. Przykładem narzędzi do tworzenia oprogramowania dla obliczeń równoległych jest: Interfejs Transmisji Wiadomości MPI (*Message Passing Interface*), Wirtualna Maszyna Równoległa PVM (*Parallel Virtual Machine*). Klaster obliczeniowy jest często nazywany mianem klastra wysokiej wydajności (*High Performance Cluster*).

Ze względu na architekturę rozwiązania można wyróżnić następujące dwa rodzaje klastrów:

- superkomputery,
- klastry komputerów PC.

Superkomputery to komputery o mocy obliczeniowej znacznie przewyższającej moc obliczeniową komputerów PC. Budowane są na zamówienie najczęściej z seryjnie produkowanych podzespołów komputerowych. Miarą wydajności superkomputerów jest liczba operacji zmiennoprzecinkowych na sekundę (*Floating Point Operations Per Second*). Stale uaktualniana jest lista 500 superkomputerów, które uzyskują najlepszy wynik w teście Lapack (test numerycznego rozwiązywania problemów algebry liniowej).

Klastry komputerów PC wykorzystują do swojego funkcjonowania powszechnie dostępny sprzęt komputerowy. Oferują moc obliczeniową jak najmniejszym kosztem. Ideą funkcjonowania klastrów komputerów PC jest fakt, że większość mocy obliczeniowych komputerów osobistych działających samodzielnie nie jest wykorzystywana. Połączenie komputerów za pomocą sieci lokalnych sprzyja wzajemnej komunikacji i współdziałaniu. Jednym z najpopularniejszych klastrów komputerów PC jest Beowulf, w którym komputery działają w oparciu o system operacyjny Linuks³.

² R. Wyrzykowski, *Klastry komputerów PC i architektury wielordzeniowe, budowa i wykorzystanie*, Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa 2009, s. 18–19.

³ W. Stallings, *Systemy operacyjne. Struktura i zasady budowy*, PWN, Warszawa 2006, s. 696–711.

3. Klaster wysokiej dostępności

Klaster wysokiej dostępności (klaster HA) zapewnia dostępność systemu komputerowego w przypadku wystąpienia awarii. Na każdym z węzłów klastra instalowane są usługi, które będą dostępne w trybie wysokiej dostępności. Wszystkie węzły klastra korzystają ze wspólnej macierzy dyskowej (*Shared Storage*). Jeden z węzłów klastra jest węzłem podstawowym (*Primary Node*), a pozostałe węzły są węzłami zapasowymi (*Backup Node*)⁴. Każdy z węzłów klastra wysokiej dostępności może się znajdować w dwóch trybach: aktywnym (*Active*), kiedy posiada uruchomione usługi w trybie wysokiej dostępności, lub w trybie pasywnym (*Passive*), kiedy nie posiada uruchomionych zasobów i znajduje się w stanie gotowości. Ciągły dostęp do zasobów klastra HA jest możliwy poprzez odwołanie się do adresu IP wirtualnego interfejsu, który wskazuje na interfejs sieciowy węzła podstawowego. Awaria węzła podstawowego nie powoduje zmiany adresu IP klastra HA. Oprogramowanie nadzorujące pracę klastra HA wykrywa wystąpienie awarii węzła przy wykorzystaniu usług uczestnictwa (*Membership Services*) i monitorowania zasobów (*Monitoring Services*). Mianem usług uczestnictwa określa się analizę komunikatów dostępności (*Heartbeat*) wysyłanych pomiędzy węzłami klastra. Monitorowanie zasobów to mechanizm okresowego sprawdzania dostępności usług węzła aktywnego. Wystąpienie awarii węzła powoduje rozpoczęcie procesu przejmowania zasobów (*Failover*). Zabezpieczeniem przed przypadkową utratą dostępności powinna być redundancja ścieżek pomiędzy węzłami klastra. Istnieje możliwość przywrócenia pracy macierzystego węzła po jego naprawie (*Failback*). Klaster HA nie zwiększa wydajności systemu komputerowego, jednakże umożliwia wyeliminowanie pojedynczego punktu awarii (*Single Point of Failure*). Podstawowym zadaniem klastra HA jest zwiększenie niezawodności i dostępności systemu komputerowego. Klaster wysokiej dostępności jest często nazywany klastrem pracy awaryjnej lub klastrem niezawodnościowym.

Naturalnym rozwinięciem klastrow HA są systemy stałej dostępności pomimo wystąpienia awarii (*Fault Tolerance – FT*). Główna różnica pomiędzy klastrem HA bez systemu FT a klastrem HA z systemem FT jest taka, że w przypadku pierwszego z nich zakłada się konkretny czas przestoju na usunięcie ewentualnej awarii (określa się procentowo jego dostępność). Klaster HA z technologią FT jest niezawodny, dopóki posiada redundancję wadliwego komponentu. Wszystkie komponenty w tej technologii mogą być wymieniane w trakcie pracy systemu (*Hot Swapping*). Ze względu na konfigurację węzłów można wyróżnić następujące dwa rodzaje klastrow HA:

- aktywny/aktywny (*Active/Active*),

⁴ A. Silberschatz, P.B. Galvin, G. Gagne, *Podstawy systemów operacyjnych*, WNT, Warszawa 2003, s. 20.

- aktywny/pasywny (*Active/Passive*).

W modelu aktywny/pasywny klaster składa się z dwóch węzłów: podstawowego, będącego w trybie aktywnym, i zapasowego, będącego w trybie pasywnym. W przypadku awarii węzła podstawowego jego funkcje przejmuje węzeł zapasowy. W modelu aktywny/aktywny klaster składa się z dwóch węzłów, które są jednocześnie aktywne. Obydwa węzły współdzielą obciążenie (*Load Sharing*) generowane przez klientów korzystających z usług. Ruch sieciowy skierowany do węzła niedostępnego ze względu na awarię zostanie skierowany do węzła aktywnego. Większa liczba węzłów dostępnych w ramach klastra umożliwi dokonywanie modyfikacji konfiguracji. Przy N węzłach aktywnych oraz M węzłach pasywnych (klaster $N + M$) awaria jednego z węzłów aktywnych powoduje przejście jego roli przez jeden węzeł pasywny.

4. Klaster równoważenia obciążenia

Klaster równoważenia obciążenia zapewnia równomierne rozłożenie obciążenia na węzły klastra. Obciążenie jest generowane poprzez strumień zapytań od klientów do serwera usług. Rozłożenie obciążenia (*Load Balancing*) to proces, podczas którego następuje dystrybucja zapytań klientów na węzły klastra za pośrednictwem urządzenia sieciowego. Ideą równoważenia obciążenia jest niedopuszczenie do pełnej zajętości zasobów jednego z węzłów klastra.

Ze względu na konfigurację sieciową można wyróżnić następujące dwa rodzaje klastrów LB:

- klastry równoważenia obciążenia w oparciu o serwer DNS,
- klastry równoważenia obciążenia w oparciu o serwer rozpraszający.

Równoważenie obciążenia bazujące na serwerze DNS (*Domain Name Service*) jest prostym przypisaniem jednej domenie kilku adresów IP (kilku rekordów A) przy wykorzystaniu mechanizmu DNS Round Robin. Algorytm karuzelowy (*Round Robin*) umożliwia szeregowanie zapytań do serwera DNS bez uwzględnienia priorytetów (poszczególne zapytania o rekord A dają w rezultacie naprzemiennie różne adresy IP). Wadą mechanizmu DNS Round Robin jest trudne do przewidzenia równoważenie obciążenia oraz brak mechanizmu wykrywającego awarię węzłów klastra.

Równoważenie obciążenia bazujące na serwerze rozpraszającym zapytania (*Load Balancing Server*) zachodzi w warstwie 4 modelu OSI lub w warstwie 7 modelu OSI⁵. Rozłożenie obciążenia w warstwie 4 modelu OSI (na poziomie IP) polega na dystrybucji żądań od klientów do właściwych serwerów bez potrzeby analizy zawartości pakietu. Rozłożenie obciążenia w warstwie 7 modelu OSI (na

⁵ <http://www.linuxvirtualserver.org> (luty 2012).

poziomie aplikacji) polega na analizie zawartości pakietu i dystrybucji zapytania do określonego węzła klastra. Przy wyborze konkretnego węzła klastra można zastosować różne algorytmy szeregowania zapytań. Zastosowanie serwera rozpraszającego zapytania umożliwia również monitorowanie dostępności węzłów klastra.

5. Propozycja architektury środowiska wirtualnego klastra komputerowego

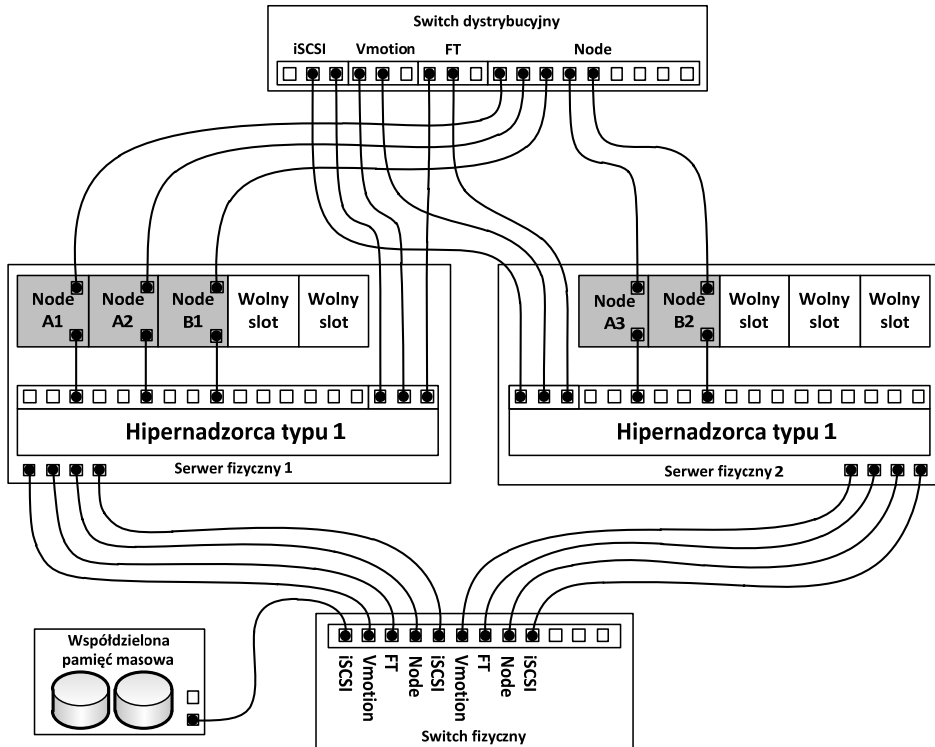
Wirtualny klaster komputerowy jest realizacją trzech głównych rodzajów klastrów: klastra obliczeniowego, klastra wysokiej dostępności, klastra równoważącego obciążenie, w postaci środowiska maszyn wirtualnych (rysunek 2). Celem proponowanej architektury jest możliwość jednoczesnego przeprowadzania obliczeń dla wielu zadań na dowolnej liczbie węzłów przy zachowaniu ciągłej dostępności środowiska obliczeniowego i oszczędności zasobów.

Schemat powstał w oparciu o oprogramowanie wirtualizacyjne VMware vSphere Hypervisor. Do wirtualizacji takiego środowiska można użyć każdego innego oprogramowania wirtualizacyjnego. Jedynym komponentem, który wymaga zastąpienia równoważnym rozwiązaniem, jest switch dystrybucyjny, który jest charakterystyczny dla oprogramowania firmy VMware.

Środowisko składa się z dwóch serwerów fizycznych, switcha fizycznego i współdzielonej pamięci masowej. Serwery fizyczne posiadają cztery karty sieciowe Ethernet, switch fizyczny wykorzystuje dziewięć z dwunastu portów Ethernet, współdzielona pamięć masowa posiada dwa porty Ethernet. Wszystkie komponenty fizyczne są połączone ze sobą według schematu za pomocą kabli typu patchcord. Każda z kart sieciowych serwerów fizycznych jest przeznaczona do przesyłania konkretnego ruchu sieciowego: komunikacja wirtualnych maszyn (Node), komunikacja z macierzą dyskową (iSCSI), ruch sieciowy związany z migracją wirtualnych maszyn pomiędzy serwerami fizycznymi (Vmotion), analiza komunikatów dostępności serwerów fizycznych (FT). Pozostałe komponenty oraz połączenia są wirtualne i powstały w oparciu o oprogramowanie wirtualizacyjne.

Na dwóch serwerach fizycznych został zainstalowany i uruchomiony hipernadzorca typu 1, który działając bezpośrednio na poziomie fizycznego sprzętu, ma pełną kontrolę nad uruchomionymi wirtualnymi maszynami. Każdy hipernadzorca używa wirtualnego przełącznika sieciowego (I/O plane), umożliwiającego komunikację wszystkim wirtualnym maszynom w ramach środowiska wirtualnego danego hipernadzorca. Każda wirtualna maszyna jest połączona za pośrednictwem wirtualnej karty sieciowej Ethernet z portem sieciowym Ethernet switcha dystrybucyjnego (*control plane*). Na switchu sieciowym (I/O plane) hipernadzorca są wydzielone porty dla połączeń: iSCSI, Vmotion i FT. Porty sieciowe switcha dystrybucyjnego również podzielone są na grupy, w celu oddzielenia ruchu sieciowego: iSCSI, Node, Vmotion, FT, podobnie jak w switchu fizycznym. Pomiędzy portami przełącz-

nika hipernadzorcy (iSCSI, Vmotion, FT) oraz odpowiadającymi im portami switcha dystrybucyjnego są nawiązane połączenia.



Rys. 2. Proponowana architektura środowiska wirtualnego klastra komputerowego

Źródło: opracowanie własne.

Klaster obliczeniowy jest realizowany na węzłach wirtualnych maszyn. Aktualnie węzły: Node A1, Node A2 i Node A3, realizują zadania obliczeniowe A. Natomiast węzły: Node B1 i Node B2, realizują zadanie obliczeniowe B. Ilość węzłów potrzebnych do obliczeń jest regulowana przez pulę zasobów (ilość pamięci RAM i wolne cykle procesorów serwera fizycznego), wyrażoną w postaci wolnych slotów. Ilość wolnych slotów i ilość wirtualnych maszyn jest uzależniona od parametrów poszczególnych wirtualnych maszyn i puli zasobów serwera fizycznego.

Klaster wysokiej dostępności jest realizowany poprzez technologię stałej dostępności wirtualnej maszyny pomimo wystąpienia awarii serwera fizycznego (*Fault Tolerance*). Jeżeli serwer fizyczny 2 ulegnie awarii, to obliczenia zadań A i B wykonywane przez węzły: Node A3 i Node B2, nie zostaną utracone. Mecha-

nizm FT umożliwi migrację uruchomionych już wirtualnych maszyn (bez restartu) na serwer fizyczny 1. Migracja wirtualnych węzłów jest możliwa dzięki temu, że każdy z węzłów istnieje w postaci plików na współdzielonej pamięci masowej, do której mają dostęp obydwie serwery fizyczne.

Klaster równoważący obciążenie jest realizowany poprzez mechanizm dynamicznego utrzymywania równowagi i alokacji zasobów DRS (*Distributed Resource Scheduler*). Mechanizm ten jest wbudowany w oprogramowanie wirtualizacyjne i pozwala balansować posiadanymi zasobami. Na bieżąco jest monitorowany stopień obciążenia serwerów fizycznych i dokonywana jest migracja uruchomionych wirtualnych maszyn pomiędzy serwerami fizycznymi. Jeżeli wszystkie wirtualne maszyny znajdowałyby się na serwerze fizycznym 1 i mechanizm DRS wykryłby, że wirtualne maszyny wymagają dodatkowej mocy, to serwer fizyczny 2 zostałby włączony i część maszyn zostałaby na niego przemigrowana. Jeżeli sytuacja byłaby odwrotna, serwer fizyczny 2 byłby obciążony w niskim stopniu, to mechanizm DRS migrowałby maszyny na serwer fizyczny 1, a serwer fizyczny 2 zostałby wyłączony.

Podsumowanie

Zaprezentowane rozwiązanie wirtualnego klastra pokazuje, że mechanizm wirtualizacji jest bardzo dobrym narzędziem do optymalizacji wydajności infrastruktury technicznej społeczeństwa informacyjnego. Użycie technologii wirtualizacji do połączenia funkcjonalności klastra obliczeniowego, klastra wysokiej dostępności i klastra równoważącego obciążenie pozwala na uzyskanie wydajnej infrastruktury obliczeniowej odpornej na awarię i przystosowanej do oszczędności zasobów.

Literatura

1. <http://www.linuxvirtualserver.org> (luty 2012).
2. Lal K., Rak T., *Linux a technologie klastrowe*, Mikom, Warszawa 2005.
3. Wyrzykowski R., *Klasy komputarów PC i architektury wielordzeniowe, budowa i wykorzystanie*, Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa 2009.
4. Stallings W., *Systemy operacyjne. Struktura i zasady budowy*, PWN, Warszawa 2006.
5. Silberschatz A., Galvin P.B., Gagne G., *Podstawy systemów operacyjnych*, WNT, Warszawa 2003.

**A VIRTUAL COMPUTER CLUSTER AS A TOOL FOR AN EFFICIENCY
OPTIMIZATION OF INFORMATION SOCIETY TECHNICAL
INFRASTRUCTURE**

Summary

The article presents and describes the following computer clusters, Compute Clusters, High Availability Clusters and Load Balancing Clusters. The author designs an architecture of virtual computer cluster environment that enables running calculations for many tasks on many nodes at the same time, maintaining continuous availability of computing environment and the most effective use of resources.

Translated by Maciej Roszkowski

WŁODZIMIERZ RUDNY

Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach

OPCJE RZECZOWE W MODELOWANIU PROCESÓW BIZNESOWYCH W SEKTORZE IT – KORZYŚCI I OGRANICZENIA

Wprowadzenie

Począwszy od lat dziewięćdziesiątych minionego stulecia zyskuje popularność koncepcja opcji rzeczowych. Zastosowanie tej koncepcji to przede wszystkim: ocena opłacalności przedsięwzięć inwestycyjnych, wycena przedsiębiorstw, a także modelowanie procesów biznesowych. Wiele publikacji tudzież aplikacji tej koncepcji dotyczy sektora technologii informacyjnych i komunikacyjnych. Badania empiryczne poświęcone popularności tej koncepcji wśród menedżerów nie potwierdzają jednak wzrostu jej znaczenia w procesach decyzyjnych i nie wskazują, aby – lansowana przez część teoretyków – teza o szybkim zastąpieniu tradycyjnych metod, opartych na dyskontowaniu oczekiwanych przepływów pieniężnych przez analizę opcji realnych, miała uzasadnienie.

Celem niniejszego opracowania jest prezentacja korzyści, jakie płyną z wykorzystania analizy opcji realnych, pokazanie przykładów zastosowania tej metody w sektorze IT oraz wyeksponowanie ograniczeń stosowania tej metody.

1. Metoda opcji rzeczowych – geneza i podstawowe założenia

Termin **opcje rzeczowe** (*real options*)¹ został wprowadzony do literatury przedmiotu przez S. Myersa w 1977 roku². Odnosił się do koncepcji aplikacji teorii

¹ W polskiej literaturze przedmiotu poza wymienionym terminem używa się również terminu opcje realne.

opcji finansowych do wyceny inwestycji niefinansowych, charakteryzujących się wbudowaną elastycznością decyzyjną i stwarzających możliwość uczenia się w kolejnych fazach procesu inwestycyjnego.

Opcja rzeczowa może być zdefiniowana jako prawo do podejmowania – w chwili obecnej lub w przyszłości, określonej terminem wygaśnięcia opcji – decyzji o dysponowaniu strumieniami pieniężnymi związanymi z określoną kategorią aktywów rzeczowych.

Począwszy od lat dziewięćdziesiątych, wraz ze wzrostem zainteresowania problematyką wartości i metod wyceny, analiza opcji rzeczowych zaczęła cieszyć się coraz większym zainteresowaniem środowisk zarówno naukowych, jak i biznesowych. Postrzegana była jako alternatywne lub komplementarne podejście do oceny opłacalności przedsięwzięć inwestycyjnych, wyceny przedsiębiorstw oraz budowy strategii przedsiębiorstwa.

Jednym z istotnych zagadnień problematyki zarządzania zarówno na poziomie operacyjnym, jak i strategicznym jest ocena wartości elastyczności decyzyjnej w warunkach niepewnego otoczenia i dynamicznej konkurencji. Wraz z rozwojem teorii opcji rzeczowych pojawiły się nadzieje, że analiza wariantów rozwoju w kategoriach opcji będących w dyspozycji firmy umożliwi kwantyfikację tej elastyczności.

Metoda opcji rzeczowych pozwala na uwzględnienie i kwantyfikację wartości menedżerskiej elastyczności decyzyjnej, zazwyczaj rozumianej jako:

- zdolność do podjęcia ważnej strategicznie decyzji czasie, kiedy przynajmniej częściowo zmniejszył się poziom niepewności towarzyszący tej decyzji, kiedy wiedza o otoczeniu firmy jest większa,
- zdolność do modyfikacji parametrów realizowanego projektu już po jego rozpoczęciu,
- zdolność do realizowania decyzji w etapach, pozwalająca na traktowanie inwestycji na danym etapie jako nabycie prawa do realizacji etapu kolejnego.

Metoda stosowana może być zarówno na poziomie operacyjnym – do oceny efektywności ekonomicznej przedsięwzięć inwestycyjnych lub wyceny wartości przedsiębiorstw, jak i na poziomie strategicznym – jako koncepcja wspierająca procesy tworzenia i implementacji strategii.

Istota metody opcji rzeczowych opiera się na konstatacji, że w obliczu wzrastającej niepewności otoczenia i zmieniających się paradygmatów decyzyjnych zmierzających do optymalizacji wyboru elastyczność menedżerska jest źródłem dodatkowej wartości, której uwzględnienie w procesach decyzyjnych pozwala na podejmowanie decyzji przyczyniających się do wzrostu wartości przedsiębiorstwa.

² S. Myers, *Determinants of corporate borrowing*, „Journal of Financial Economics” 1977, Vol. 5, No. 2, s. 147–175.

Dodatkowo metoda opcji rzeczowych przyjmuje założenie – budzące u wielu badaczy wątpliwości natury metodologicznej – że wykorzystanie zapożyczonych z rynków finansowych metod wyceny opcji umożliwia kwantyfikację wspomnianej elastyczności menedżerskiej, dotyczącej inwestycji o charakterze rzeczowym.

Istotnym komponentem wartości opcyjnej jest proces uczenia się, którego efektywność, zwłaszcza obecnie, w obliczu szybko zmieniającego się dominującego paradygmatu gospodarki, decyduje o konkurencyjnej pozycji przedsiębiorstwa. Procesy organizacyjnego uczenia się są możliwe dzięki sekwencyjnemu eksplorowaniu otoczenia firmy, inicjowaniu projektów bez pełnego zaangażowania kapitałowego i ich kontynuacji, modyfikacji lub zaprzestaniu, w zależności od tego, jak zmienia się otoczenie, wiedza o nim oraz poziom kompetencji firmy.

Etapowość i uwzględnienie możliwości modyfikacji pierwotnych założeń dotyczących projektu inwestycyjnego stanowi o dynamicznym charakterze tej metody, co przeciwstawiane jest – postrzeganym jako statyczne, tj. bazujące na wartościach oczekiwanych – metodom opartym na dyskontowaniu przepływów pieniężnych.

Wyróżnikiem metody opcji rzeczowych jest wyeksponowanie faktu, że wiele projektów inwestycyjnych podlega dynamicznej ewolucji w miarę upływu czasu, zaś dysponowanie przez decydenta elastycznością w zakresie kształtowania charakterystyki projektu przekłada się na dodatkową wartość tegoż projektu.

Do pionierów badania wpływu nieodwracalności (*irreversibility*) nakładów inwestycyjnych na wartość projektu należą K. Arrow i A. Fisher³. Autorzy ci zwrócili uwagę na wpływ, jaki na wartość projektu inwestycyjnego ma sytuacja, kiedy nieodwracalność (*irreversibility*) nakładów inwestycyjnych w niepewnym otoczeniu moderowana jest możliwością opóźnienia decyzji o rozpoczęciu realizacji projektu. Zdaniem autorów, nieodwracalne zaangażowanie zasobów w obliczu niepewnej przyszłości wymaga uwzględniania, przy kalkulacji opłacalności inwestycji, premii opcyjnej, która ma stanowić rekompensatę za utratę elastyczności decyzyjnej.

Analizy poświęcone problematyce wartości opcji w przypadku nieodwracalnych decyzji w niepewnym otoczeniu, niewątpliwie kluczowe dla rozwoju teorii opcji rzeczowych, pomijają jednak fakt, że wartość wynikająca z możliwości opóźnienia nieodwracalnej decyzji aż do momentu, kiedy zostanie rozwikłana niepewność otoczenia, może zostać zniwelowana wskutek działań konkurencji. Zwraca na to uwagę wielu autorów w późniejszych publikacjach. Na przykład S. Grenadier wykazał, na gruncie teorii gier opcyjnych, że wzrost liczby konkurentów prowadzi do zaniku wartości opcji oczekiwania⁴.

³ K. Arrow, A. Fisher, *Environmental preservation, uncertainty and irreversibility*, „Quarterly Journal of Economics” 1974, Vol. 88, Iss. 2, s. 312–319.

⁴ S. Grenadier, *Game Choices: The Intersection of Real Options and Game Theory*, Risk Books, London 2001.

Zarówno w wymienionych, jak i wielu innych pracach poświęconych tej problematyce akceptowana jest teza, że opcje rzeczowe mają wartość tylko wówczas, jeśli spełnione są jednocześnie następujące warunki:

- decyzja inwestycyjna jest nieodwracalna,
- występuje niepewność związana z decyzją,
- istnieje swoboda decyzyjna związana z ostatecznym kształtem przedsięwzięcia, którego decyzja dotyczy.

Wymienione powyżej klasyczne czynniki warunkujące występowanie wartości opcyjnej można rozszerzyć o dodatkowe wymogi wynikające z organizacyjnych uwarunkowań podejmowania decyzji:

- strategie elastyczności menedżerskiej są oparte na wiarygodnych danych i są możliwe do zrealizowania,
- menedżerowie w swoich decyzjach zachowują się w sposób racjonalny i podejmując decyzje, kierują się kryteriami efektywności i sprawności organizacyjnej.

Można wyróżnić tylko dwie sytuacje, w których dysponowanie elastycznością decyzyjną nie wpływa na decyzje inwestycyjne firm. Pierwsza to sytuacja, w której menedżer posiada pełną informację. Jeśli wszystkie istotne informacje są dostępne ze stuprocentową pewnością, proces decyzyjny zostaje zredukowany do wyboru najlepszej z dostępnych alternatyw. Nie ma potrzeby aktywnego zarządzania przedsięwzięciem inwestycyjnym w celu poprawy jego efektywności. Optymalna ścieżka decyzyjna jest zdefiniowana *a priori*. Druga to sytuacja, w której wszystkie decyzje inwestycyjne mają charakter w pełni odwracalny. Decyzja, której skutki można bez żadnych konsekwencji zniwelować, może być podejmowana jako decyzja pozbawiona jakiegokolwiek ryzyka. Tym samym elastyczność decyzyjna nie wpływa na wartość analizowanego projektu.

Ponieważ całkowita lub częściowa nieodwracalność decyzji inwestycyjnej jest charakterystyczna dla zdecydowanej większości projektów, czynnikami decydującymi o wartości opcji rzeczowych w przedsięwzięciu inwestycyjnym są: niepewność i elastyczność decyzyjna.

Inwestycje w sektorze IT zazwyczaj charakteryzują się dużą niepewnością, wysokimi nakładami kapitałowymi oraz nieodwracalnością będącą konsekwencją wyboru określonej technologii. Spełniają więc kryteria uzasadniające wykorzystanie w ich analizie i ocenie podejścia opcyjnego. Z tego względu w literaturze przedmiotu często postuluje się wykorzystanie opcji rzeczowych w procesach decyzyjnych w przedsiębiorstwach sektora IT. Metoda opcji rzeczowych ma jednak istotne ograniczenia, które sprawiają, że powinno się ją traktować jedynie jako metodę komplementarną w stosunku do innych.

2. Opcje rzeczowe – aplikacje w sektorze IT

Począwszy od połowy lat dziewięćdziesiątych w literaturze przedmiotu pojawiło się szereg opracowań dokumentujących faktyczne zastosowanie opcji rzeczowych w sektorze IT lub prezentujących postulatywne modele wykorzystujące koncepcję opcji realnych. Uzasadnieniem dla relatywnej popularności opcji rzeczowych w analizach firm sektora IT jest fakt, że wiele projektów inwestycyjnych z tego obszaru charakteryzuje się między innymi dużą niepewnością, wieloetapowością oraz znaczącymi wymogami kapitałowymi.

Wśród pionierów piśmiennictwa poświęconego opcjom rzeczowym w inwestycjach w sektorze IT należy wymienić R. Kauffmana^{5,6}, E. Clemonsa⁷, B. Dos Santosa⁸ i R. Kumara⁹. Prace Kaufmanna i pozostałych wymienionych autorów koncentrują się na ocenie przydatności opcji rzeczowych do oceny projektów inwestycyjnych w sektorze IT. Problematykę wyceny wartości oprogramowania, z perspektywy opcyjnej, podejmują w swoich pracach między innymi A. Taudes¹⁰ oraz R. Fichman ze współautorami¹¹. W kolejnych latach Fichman podejmuje problematykę wartości opcyjnej związanej z inwestowaniem w innowacyjne platformy technologii informatycznych (Fichman¹²). Spośród autorów już w latach dziewięćdziesiątych propagujących podejście opcyjnie w ocenie inwestycji w technologie informa-

⁵ R. Kauffman, J. Konsynski, C. Kriebel, *Evaluating reaesrch approaches to IT business value assessment with the senior management in mind*, w: *Strategic Information Technology Management: Perspectives on Organizational Growth and Competitive Advantage*, eds. D. Banker, R. Kauffman, M. Mahmood, Idea Group Publishing, Middletown, PA, 1993.

⁶ M. Benaroch, R. Kauffman, *A case for using real option pricing analysis to evaluate information technology project investments*, „Information Systems Research” 1999, Vol. 10, Iss. 1, s. 70–86.

⁷ E. Clemons, *Evaluating strategic investments in information systems*, „Communications of the ACM” 1991, Vol. 34, Iss. 1, s. 22–36.

⁸ B. Dos Santos, *Justifying Investments in New Information Technologies*, „Journal of Management Information Systems” 1991, Vol. 7, No. 4, s. 71–89.

⁹ R. Kumar, *A note on project risk and option values of investments in information technologies*, „Journal of Management Information Systems” 1996, Vol. 13, Iss. 1, s. 187–193.

¹⁰ A. Taudes, *Software growth options*, „Journal of Management Information systems” 1998, Vol. 15, Iss. 1, s. 165–185; A. Taudes, M. Feurstein, A. Mild, *Options Analysis of Software Platform decisions: A Case Study*, „MIS Quarterly” 2000, Vol. 24, No. 2, s. 227–243.

¹¹ R. Fichman, C. Kemerer, *The assimilation of software process innovations: An organizational learning perspective*, „Management Science” 1997, Vol. 43, Iss. 10, s. 1345–1363; R. Fichman, S. Moses, *An incremental process for software implementation*, „Sloan Management Review” 1999, Vol. 40, Iss. 2, s. 39–42.

¹² R. Fichman, *Real options and IT platform adoption: implications for theory and practice*, „Information Systems Research” 2004, Vol. 15, No. 2, s. 132–154.

tyczne należy również wymienić N. Kulatilakę, który opisał wraz ze współautorami przykład inwestycji IT w sektorze bankowym¹³.

Pośród autorów popularyzujących podejście opcyjnie w ocenie projektów IT należy zwrócić uwagę na M. Benarocha. W minionej dekadzie opublikował on, wraz ze współautorami, szereg artykułów poświęconych problematyce zarządzania ryzykiem w projektach IT z wykorzystaniem opcji rzeczowych¹⁴.

Pierwsza dekada bieżącego stulecia to wzrost liczby publikacji, jak i praktycznych aplikacji koncepcji rzeczowych w sektorze IT (aczkolwiek należy zaznaczyć, że popularność tej metody wśród menedżerów jest wciąż daleka od oczekiwań części teoretyków). M. Mkhize i N. Moja analizują (na przykładzie południowoafrykańskiego operatora telefonii komórkowej) przydatność metody opcji rzeczowych do oceny opłacalności projektów inwestycyjnych.

Inwestycje w rozbudowę infrastruktury Internetu szerokopasmowego, oceniane z wykorzystaniem metody opcji rzeczowych, są przedmiotem zainteresowania między innymi G. Angelou oraz A. Economidesa¹⁵, a także N. Elnegaarda¹⁶. W polskiej literaturze przedmiotu problem aplikacji metody opcji rzeczowych do analizy opłacalności inwestycji providera usługi Internetu szerokopasmowego odnajdujemy w pracy W. Rudnego¹⁷.

L. Wu i C. Ong¹⁸ wskazują na konieczność rozszerzenia dotychczasowej metodologii wyboru projektów inwestycyjnych, w szczególności w obszarach – a do

¹³ P. Barasubramanian, N. Kulatilaka, J. Storck, *Managing information technology investments using a real-options approach*, „Journal of Strategic Information Systems” 2000, Iss. 9, s. 39–62.

¹⁴ M. Benaroch, *Managing information technology investment risk*, „Journal of Management Information Systems” 2002, Vol. 19, Iss. 2, s. 43–84; M. Benaroch, Y. Lichtenstein, K. Robinson, *Real options in information technology risk management: An empirical validation of risk-option relationships*, „MIS Quarterly” 2006, Vol. 30, Iss. 4, s. 827–864; M. Benaroch, M. Jeffery, R. Kauffman, S. Shah, *Option-based risk management: A field study of sequential information technology investment decisions*, „Journal of Management Information Systems” 2007, Vol. 24, Iss. 2, s. 103–140.

¹⁵ G. Angelou, A. Economides, *Flexible ICT investments analysis using real options*, „International Journal of Technology, Policy and Management” 2005, Vol. 5, Iss. 2, s. 1–11; *Idem*, *Broadband investments as growth options under competition threat*, FITCE 45th Congress, Athens 2006; *Idem*, *A real options approach for prioritizing ICT business alternatives: a case study from broadband technology business field*, „Journal of the Operational Research Society” 2008, Vol. 59, Iss. 10, s. 1340–1351; *Idem*, *A decision analysis framework for prioritizing a portfolio of ICT investment projects*, „IEEE Transactions on Engineering Management” 2008, Vol. 55, Iss. 3, s. 479–495.

¹⁶ N. Elnegaard, *How to incorporate the value of flexibility in broadband access network rollout investment projects*, 41st European Telecommunications Congress (FITCE), Genova 2002.

¹⁷ W. Rudny, *Opcje rzeczowe w procesie tworzenia wartości przedsiębiorstwa*, Wydawnictwo AE w Katowicach, Katowice 2009.

¹⁸ L. Wu, C. Ong, *Management of information technology investment: A framework based on real options and Mean-Variance theory perspective*, „Technovation” 2008, Vol. 28, Iss. 3, s. 122–134.

takich zaliczają sektor IT – w których wymagane są duże nakłady kapitałowe. Zdaniem wymienionych autorów obiecującą w tym względzie alternatywę stanowi metoda opcji rzeczowych. Wykorzystując ten model w połączeniu z klasycznym modelem MV (*Mean-Variance*), prezentują nowatorskie spojrzenie na metodologię wyboru projektów inwestycyjnych.

Wielu autorów, w tym między innymi Y. Lee i S. Lee¹⁹ oraz L. Kuo-Jung i D. Shyu²⁰, wskazuje na celowość wykorzystania opcji rzeczowych do wyceny projektów inwestycyjnych w sektorze IT. Z kolei Pendharkar²¹ wykorzystuje opcje rzeczowe do wyceny wieloetapowych, wzajemnie powiązanych inwestycji w sektorze IT.

Z kolei I. Bardhan, S. Bagchi i R. Sougstad²² proponują wykorzystanie opcji rzeczowych jako narzędzia pozwalającego na ustalenie priorytetów wyboru konfiguracji portfela inwestycji w aplikacje informatyczne w energetyce. C. Özogul, E. Karsak i E. Tolga²³ wykorzystują metodologię opcji rzeczowych do oceny opłacalności wdrożenia systemu ERP w placówce służby zdrowia. D. Pak i J. Keppo²⁴ podejmują próbę wykorzystania opcji rzeczowych do optymalizacji decyzji w obszarze sieci telekomunikacyjnych. A W. Ramirez, F. Hermantzis i V. Tanguturi²⁵ wykorzystują metodę opcji rzeczowych do analizy efektywności projektów inwestycyjnych związanych z rozwojem sieci telefonii bezprzewodowej.

Wymienione powyżej, przykładowe publikacje – zarówno dokumentujące rzeczywiste wdrożenia w praktyce, jak i propozycje o charakterze modelowym – wskazują na rosnące zainteresowanie koncepcją opcji rzeczowych. Jednakże krytyczna analiza zarówno wymienionych, jak i innych publikacji wskazuje, iż w większości przypadków prezentowane są ogólne, proste modele o niskim stopniu operacjonalizacji (a tym samym mało przydatne w praktyce) bądź też modele wy-

¹⁹ Y. Lee, S. Lee, *The valuation of RFID investment using a fuzzy real option*, „Expert Systems with Applications” 2011, Vol. 38, Iss. 10, s. 12195–12201.

²⁰ L. Kuo-Jung, D. Shyu, *The valuation of information technology investments by real options analysis*, „Review of Pacific Basin Financial Markets & Policies” 2009, Vol. 12 Iss. 4, s. 611–628.

²¹ P. Pendharkar, *Valuing interdependent multi-stage IT investments: A real options approach*, „European Journal of Operational Research” 2010, Vol. 201, Iss. 3, s. 847–859.

²² I. Bardhan, S. Bagchi, R. Sougstad, *Prioritizing a portfolio of information technologies investment projects* 2004, Vol. 21, Iss. 2, s. 33–60.

²³ C. Özogu, E. Karsak, E. Tolga, *A real option approach for evaluation and justification of a hospital information system*, „Journal of Systems & Software” 2009, Vol. 82, Iss. 12, s. 2091–2102.

²⁴ D. Pak 2008, Keppo, *A real option approach to telecommunications network optimization*, 8th Annual Conference “Real Options. Theory Meets Practice”, Montreal 2004, http://www.realoptions.org/abstracts_2004.html

²⁵ W. Ramirez, F. Hermantzis, V. Tanguturi, *Deployment of Wi-Fi networks in enterprise market: An application in wireless data services*, 10th Annual Conference “Real Options. Theory Meets Practice” New York 2006, http://www.realoptions.org/abstracts_2006.html

korzystujące skomplikowane narzędzia matematyki wyższej (więc również mało przydatne w praktyce, jako że większość menedżerów nie dysponuje wystarczającą wiedzą w tym zakresie).

Aktualnie mamy więc do czynienia z sytuacją, kiedy literatura przedmiotu obfituje z jednej strony w analizy opcji rzeczowych jako ogólnych heurystyk decyzyjnych, z drugiej zaś strony prezentowane są proste, „akademickie” modele wyceny opcji rzeczowych.

Celowe więc jest sformułowanie pytania dotyczącego przyczyn sprawiających, że *de facto* brak jest „modeli środka”, czyli takich, które byłyby na tyle proste, aby możliwe było ich powszechne stosowanie, a zarazem wystarczająco „nietrywialne”, aby ich przydatność nie była kwestionowana na gruncie „ogólnikowości” i „oczywistości” oraz konieczności przyjęcia trudnych do spełnienia w praktyce założeń „wyjściowych” warunkujących stosowanie tej metody.

Wydaje się również zasadne zawężenie zakresu przydatności tej metody do określonych klas problemów decyzyjnych. Prezentowane w niektórych publikacjach poglądy, że metoda opcji rzeczowych trwale zastąpi klasyczne metody oceny efektywności oparte na dyskontowaniu oczekiwanych przepływów pieniężnych, należy raczej traktować jako wyraz myślenia życzeniowego zwolenników tej metody aniżeli jako wyraz istotnego przełomu w teorii i praktyce zarządzania i finansów.

3. Opcje rzeczowe – ograniczenia zastosowania w praktyce

3.1. Opcje rzeczowe a opcje finansowe – zakres dopuszczalnej analogii

Głównym źródłem problemów związanych z wykorzystaniem opcji realnych w praktyce jest to, że metodologia ich wyceny została zapożyczona z metodologii wyceny opcji finansowych. Zastosowanie tych samych metod wyceny do walorów o zasadniczo odmiennej charakterystyce nie zawsze przynosi oczekiwane efekty. Na cenę opcji ma wpływ sześć podstawowych parametrów: charakterystyka waloru bazowego, cena wykonania, termin wykonania, ryzyko, poziom stóp procentowych, dywidendy. Aczkolwiek istnieje szereg analogii pomiędzy charakterystyką tych parametrów dla obu rodzajów opcji (tj. opcji finansowych i realnych), występują także istotne różnice, które utrudniają proste przeniesienie metod wyceny z jednego obszaru do drugiego.

Dla przykładu, w teorii opcji finansowych zakłada się, że zmiana ceny waloru bazowego ma charakter procesu stochastycznego. Najczęściej przyjmuje się, iż jest to tzw. geometryczny ruch Browna (*Geometric Brownian Motion* – GBM), proces Poissona lub proces powrotu do średniej (*mean-reverting process*). Badania empiryczne potwierdzają, że w przypadku większości walorów finansowych faktyczny proces zmiany ich ceny może zostać w sposób satysfakcjonujący opisany przez te

procesy. W przypadku większości aktywów rzeczowych, w odróżnieniu od finansowych, przyjęcie takiego założenia jest często daleko idącym uproszczeniem, gdyż inne czynniki wpływają na poziom ich ceny.

Jednym z najważniejszych parametrów wyznaczających wartość opcji jest zmienność stóp zwrotu z waloru bazowego. Dla opcji finansowych wartość tego parametru ustala się, analizując dystrybucję stóp zwrotu w przeszłości lub obliczając tzw. zmienność implikowaną (*implied volatility*) na podstawie aktualnych rynkowych cen opcji. W przypadku opcji realnych zazwyczaj brak jest informacji o historycznych stopach zwrotu, a walor bazowy nie znajduje się w obrocie.

Kolejne różnice pomiędzy opcjami rzeczowymi a finansowymi dotyczą ceny wykonania i terminu wykonania. Cena wykonania, w przypadku opcji realnych, jest równa kosztowi inwestycji, w wyniku której posiadacz opcji będzie realizował określone przepływy pieniężne, lub przychodowi wynikającemu z rezygnacji z kontynuacji projektu (np. sprzedaż praw intelektualnych, sprzedaż majątku). Oznacza to, że może się zdarzyć, iż kwota ta nie zostanie wypłacona jednorazowo (jak ma to miejsce w przypadku opcji finansowych), lecz płatności będą realizowane w transzach, w pewnym przedziale czasu. Aby możliwa była wycena opcji, konieczne jest ustalenie jednej, zagregowanej ceny wykonania. W literaturze przedmiotu problem ten nie jest dogłębnie analizowany. Najczęściej przyjmuje się uproszczenie założenie (podobnie jak w przypadku wielu modeli NPV), że nakład inwestycyjny zostanie poniesiony jednorazowo, na końcu okresu (subokresu objętego analizą).

Termin wykonania opcji realnej, w odróżnieniu od opcji finansowej, może nie być znany z wyprzedzeniem, może zależeć od ceny wykonania innej opcji i od relacji pomiędzy ryzykiem prywatnym i publicznym. Problemy takie, jak konkurencja, zmiany w technologii, czynniki makroekonomiczne oraz ryzyko specyficzne dla firmy, mogą wpłynąć na termin wykonania opcji. Opcje realne mogą nie być wykonane w jednym, konkretnym momencie w czasie (może to być proces); określony *przedział czasu* może być potrzebny na zbudowanie zakładu, na instalację wyposażenia i na przeszkolenie personelu. Termin wykonania może być odległy (dla opcji finansowych jest to zazwyczaj okres do 18 miesięcy). Standardowe techniki wyceny opcji finansowych nie odzwierciedlają w pełni wymienionych wyżej niepewności związanych z ceną i terminem wykonania.

3.2. Opcje rzeczowe – ograniczenia organizacyjne

Jednym z wyróżników koncepcji opcji rzeczowych jest silne akcentowanie swobody (elastyczności) decyzji podejmowanych w odniesieniu do przedsięwzięcia będącego przedmiotem analizy. Właśnie owa swoboda decyzji ma stanowić dodatkową, nieuwzględnioną w klasycznych metodach oceny opłacalności, wartość uzasadniającą podjęcie realizacji projektu. Opcje rzeczowe posiadają cechę elastyczno-

ści nie dlatego, że dokonujemy substytucji szeregu mniejszych inwestycji w miejsce jednej, dużej inwestycji, lecz dlatego, iż owe duże nakłady (lub ich część) mogą nie zostać poniesione, jeśli takie będzie przyszłe wskazanie ze strony ustalonych kryteriów decyzyjnych. Możliwość rezygnacji z opcji, dopuszczenie do jej wygaśnięcia jest więc fundamentalnym testem faktycznej swobody podejmowania decyzji.

W tym kontekście należy zauważyć, że im mniej precyzyjnie sformułowane są kryteria rezygnacji²⁶ z opcji, tym trudniejsze staje się ustalenie momentu, w którym należałoby to zrobić, i tym mniej jednoznaczna jest interpretacja kategorii „elastyczność”. To zaś musi prowadzić do pytania o zasadność stosowania metody opcji rzeczowych w takim kontekście. W obliczu braku jednoznacznych kryteriów firmy mogą napotykać na poważne, wynikające z uwarunkowań behawioralnych, problemy z rezygnacją ze zidentyfikowanych uprzednio opcji rzeczowych. Problem ten jest pogłębiany przez fakt, że większość opcji o charakterze strategicznym w ogóle nie ma określonego zewnętrznie²⁷ terminu wygaśnięcia. W przypadku prac badawczo-rozwojowych czy inwestycji związanych z rozwojem nowego segmentu rynku trudno jest zazwyczaj *ex ante* ustalić, jak długi będzie czas trwania danej opcji²⁸. Brak obiektywnie (tj. przez rynek, jak w przypadku opcji finansowych) wyznaczonego terminu wygaśnięcia czyni z tego parametru wyceny opcji czynnik wyznaczany wewnętrznie” przez firmę. Podważa to elementarne założenia przyjmowane dla wyceny opcji finansowych, a tym samym stawia pod znakiem zapytania przydatność formuł wyceny opcji finansowych, zaś w przypadku stosowania tych formuł zmusza do pytania o faktyczną interpretację otrzymanej wartości liczbowej (tj. wartości opcji rzeczowej) i jej przydatność w podejmowaniu decyzji. Brak obiektywnie ustalonego terminu wygaśnięcia opcji stwarza warunki do negocjacji organizacyjnych odnośnie do tego terminu, co niesie ze sobą ryzyko, iż inwestycje firmy będą uwarunkowane siłą przetargową poszczególnych jednostek organizacyjnych w obrębie firmy.

Sytuacja, w której kontynuacja lub zakończenie projektu może być wynikiem wewnątrzorganizacyjnych negocjacji, stawia pod znakiem zapytania merytoryczną użyteczność obliczonej na początku procesu decyzyjnego wartości opcji rzeczowej. To zaś prowadzi do wniosku, iż metoda opcji rzeczowych może być stosowana jedynie w odniesieniu do projektów o wysokim stopniu strukturalizacji, z wyraźnie zdefiniowanymi etapami, terminami ich zakończenia i możliwie precyzyjnie okre-

²⁶ Słowo „rezygnacja” rozumiane jest jako tożsame z „doprowadzeniem do wygaśnięcia opcji”.

²⁷ Tak jak ma to miejsce w przypadku opcji finansowych, gdzie termin wygaśnięcia jest ustalany przez podmiot wystawiający opcję.

²⁸ To, że opcja rzeczowa może nie mieć wyraźnie określonego terminu wygaśnięcia, nie oznacza, że jej czas trwania będzie liczony do nieskończoności. Dla przykładu, działalność firm konkurencyjnych może doprowadzić do faktycznego wygaśnięcia opcji. Jednakże i w takim przypadku termin wygaśnięcia opcji nie może być określony *ex ante*.

ślonymi kryteriami oceny sukcesu na poszczególnych etapach. O ile bowiem wykorzystanie metody opcji rzeczowych może skłaniać do zaakceptowania przedsięwzięć, które byłyby odrzucone przy stosowaniu metody NPV, o tyle owe uzasadnione inwestycje mogą doprowadzić, zamiast do wzrostu, do spadku wartości, jeśli wbudowane w procedurę oceny opłacalności założenia o elastyczności wyjścia z inwestycji okażą się błędne. W sytuacjach, w których istnieje szeroki wachlarz możliwych rozstrzygnięć dla niepewności technologicznej oraz/lub rynkowej, przydatność metody opcji rzeczowych może budzić wątpliwości.

Wskazania decyzyjne płynące z wykorzystania metody opcji rzeczowych do oceny opłacalności projektów inwestycyjnych będą właściwe tylko wówczas, kiedy zastosowanie tej metody będzie pozwalało zarówno na uzasadnienie celowości inicjacji projektu (utworzenie opcji), jak i uzasadnienie jej kontynuacji (wykonanie opcji) lub odrzucenia (akceptacja wygaśnięcia opcji). Brak właściwego wskazania może prowadzić do złych decyzji, oznaczających akceptację złych projektów lub odrzucenie obiecujących.

Wykorzystanie logiki opcji rzeczowych do oceny projektów inwestycyjnych może skłaniać decydentów do rozpoczynania szeregu projektów w oparciu o przesłankę, że w razie negatywnej, etapowej oceny tych projektów będą mogli je w dowolnym momencie czasu zakończyć. W praktyce jednak działania decydentów mogą napotkać opór osób zaangażowanych w realizację tych projektów; osób, dla których zakończenie projektu będzie sprzeczne z ich interesem. Do podjęcia decyzji o zakończeniu projektu (tj. doprowadzeniu do wygaśnięcia opcji) nie wystarczy więc znajomość reguł decyzyjnych dotyczących opcji na rynkach finansowych.

Podsumowanie

Koncepcja opcji rzeczowych, wykorzystując analogie z opcjami finansowymi, stanowi próbę uwzględnienia w procesach wyceny elastyczności menedżerskiej. Jest szczególnie zaleca do oceny inwestycji charakteryzujących się wysoką kapitałochłonnością, nieodwracalnością i sekwencyjnością. Kryteria te spełnia wiele inwestycji w sektorze IT. Prezentowane modele wyceny są jednak – zazwyczaj – uproszczone i mają raczej charakter conceptualny lub wykorzystują narzędzia matematyki wyższej, stając się tym niedostępne dla większości menedżerów. Dodatkowo ewentualna aplikacja tych modeli wymaga spełnienia szeregu nierealistycznych, z praktycznego punktu widzenia, wymogów. Analogie pomiędzy opcjami rzeczowymi i finansowymi – stanowiące, teoretycznie, przesłankę do stosowania tych samych metod wyceny – budzą szereg wątpliwości, w szczególności w kontekście organizacyjnych uwarunkowań kreowania i wykonywania opcji rzeczowych.

Literatura

1. Angelou G., Economides A., *Flexible ICT investments analysis using real options*, „International Journal of Technology, Policy and Management” 2005, Vol. 5, Iss. 2.
2. Angelou G., Economides A., *Broadband investments as growth options under competition threat*, FITCE 45th Congress, Athens 2006.
3. Angelou G., Economides A., *A real options approach for prioritizing ICT business alternatives: a case study from broadband technology business field*, „Journal of the Operational Research Society” 2008, Vol. 59, Iss. 10.
4. Angelou G., Economides A., *A decision analysis framework for prioritizing a portfolio of ICT investment projects*, „IEEE Transactions on Engineering Management” 2008, Vol. 55, Iss. 3.
5. Arrow K., Fisher A., *Environmental preservation, uncertainty and irreversibility*. „Quarterly Journal of Economics” 1974, Vol. 88, Iss. 2.
6. Barasubramanian P., Kulatilaka N., Storck J., *Managing information technology investments using a real-options approach*, „Journal of Strategic Information Systems” 2000, Iss. 9.
7. Bardhan I., Bagchi S., Sougstad R., *Prioritizing a portfolio of information technologies investment projects* 2004, Vol. 21, Iss. 2.
8. Benaroch M., Kauffman R., *A case for using real option pricing analysis to evaluate information technology project investments*, „Information Systems Research” 1999, Vol. 10, Iss. 1.
9. Benaroch M., *Managing information technology investment risk*, „Journal of Management Information Systems” 2002, Vol. 19, Iss. 2.
10. Benaroch M., Lichtenstein Y., Robinson K., *Real options in information technology risk management: An empirical validation of risk-option relationships*, „MIS Quarterly” 2006, Vol. 30, Iss. 4.
11. Benaroch M., Jeffery M., Kauffman R., Shah S., *Option-based risk management: A field study of sequential information technology investment decisions*, „Journal of Management Information Systems” 2007, Vol. 24, Iss. 2.
12. Clemons E., *Evaluating strategic investments in information systems*, „Communications of the ACM” 1991, Vol. 34, Iss. 1.
13. Dos Santos B., *Justifying Investments in New Information Technologies*, „Journal of Management Information Systems” 1991, Vol. 7, No. 4.
14. Elnegaard N., *How to incorporate the value of flexibility in broadband access network rollout investment projects*, 41st European Telecommunications Congress (FITCE), Genoa 2002.
15. Fichman R., Kemerer C., *The assimilation of software process innovations: An organizational learning perspective*, „Management Science” 1997, Vol. 43, Iss. 10.

16. Fichman R., Moses S., *An incremental process for software implementation*, „Sloan Management Review” 1999, Vol. 40, Iss. 2.
17. Fichman R., *Real options and IT platform adoption: implications for theory and practice*, „Information Systems Research” 2004, Vol. 15, No. 2.
18. Grenadier S., *Game Choices: The Interaction of Real Options and Game Theory*. Risk Books, London 2001.
19. Kauffman R., Konsynski J., Kriebel C., *Evaluating research approaches to IT business value assessment with the senior management in mind*, w: *Strategic Information Technology Management: Perspectives on Organizational Growth and Competitive Advantage*, eds. D. Banker, R. Kauffman, M. Mahmood, Idea Group Publishing, Middletown, PA, 1993.
20. Kumar R., *A note on project risk and option values of investments in information technologies*, „Journal of Management Information Systems” 1996, Vol. 13, Iss. 1.
21. Kuo-Jung L., Shyu D., *The valuation of information technology investments by real options analysis*, „Review of Pacific Basin Financial Markets & Policies” 2009, Vol. 12 Iss. 4.
22. Lee Y., Lee S., *The valuation of RFID investment using a fuzzy real option*, „Expert Systems with Applications” 2011, Vol. 38, Iss. 10.
23. Mkhize M., Moja N., *The application of real option valuation techniques in the cellular telecommunication industry in South Africa*, „South African Journal of Business Management” 2009, Vol. 40, Iss. 3.
24. Myers S., *Determinants of corporate borrowing*, „Journal of Financial Economics” 1977, Vol. 5, No. 2.
25. Özogu C., Karsak E., Tolga E., *A real option approach for evaluation and justification of a hospital information system*, „Journal of Systems & Software” 2009, Vol. 82, Iss. 12.
26. Pak D., Keppo J., *A real option approach to telecommunications network optimization*, 8th Annual Conference “Real Options. Theory Meets Practice”, Montreal 2004, http://www.realoptions.org/abstracts_2004.html
27. Pendharkar P., *Valuing interdependent multi-stage IT investments: A real options approach*, „European Journal of Operational Research” 2010, Vol. 201, Iss. 3.
28. Ramirez W., Hermantzis F., Tanguturi V., *Deployment of Wi-Fi networks in enterprise market: An application in wireless data services*, 10th Annual Conference “Real Options. Theory Meets Practice” New York 2006, http://www.realoptions.org/abstracts_2006.html
29. Rudny W., *Opcje rzeczowe w procesie tworzenia wartości przedsiębiorstwa*, Wydawnictwo AE w Katowicach, Katowice 2009.
30. Taudes A., *Software growth options*, „Journal of Management Information systems” 1998, Vol. 15, Iss. 1.

31. Taudes A., Feurstein M., Mild A., *Options Analysis of Software Platform decisions: A Case Study*, „MIS Quarterly” 2000, Vol. 24, No. 2.
32. Wu L., Ong C., *Management of information technology investment: A framework based on real options and Mean-Variance theory perspective*, „Technovation” 2008, Vol. 28, Iss. 3.

REAL OPTIONS IN INFORMATION TECHNOLOGY BUSINESS PROCESSES MODELLING – BENEFITS AND LIMITATIONS

Summary

Real options constitute a systematic and integrated approach to valuation of real assets in a dynamic and uncertain environment. They are also used in the context of company valuation and business strategy preparation. Real options value managerial flexibility in capital intensive, irreversible and sequential investments. Application of real option methodology has become popular in IT sector, however most models presented are not sufficiently operationalized.

The comparability between financial and real options inputs and valuation methods remains doubtful. Real options, unlike financial ones, are heavily influenced by patterns of organizational behavior.

Translated by Włodzimerz Rudny

ROBERT STANISŁAWSKI

Politechnika Łódzka

POTRZEBY MAŁYCH I ŚREDNICH PRZEDSIĘBIORSTW W ZAKRESIE ROZWOJU ICH POTENCJAŁU INNOWACYJNEGO NA PODSTAWIE BADAŃ WŁASNYCH

Wprowadzenie

Jak pokazały ostatnie dziesięciolecia, rozwój gospodarek krajów europejskich uzależniony jest od warunków, jakie one stwarzają dla tworzenia potencjału małych i średnich przedsiębiorstw (MSP) w ramach realizowanej polityki gospodarczej. To, że przedsiębiorstwa te stanowią siłę napędową raczej nie trzeba udowadniać. Potwierdzają to bowiem liczne badania prowadzone w tym zakresie przez niezależne instytucje w ciągu ostatnich lat. W Polsce dynamiczny rozwój MSP przypada na okres ostatniego dwudziestolecia, co związane jest z uzyskaniem swobody w zakresie prowadzenia działalności gospodarczej i wprowadzeniem zasad wolnego rynku (tzw. plan Balcerowicza). Jak pokazują ostateczne dane, przedsiębiorstwa te stanowią 99,8% wszystkich podmiotów czynnych w gospodarce (z czego 96% przypada na podmioty mikro, 3% na małe oraz ok. 2% na średnie), generując ok. 47% PKB oraz zatrudniając średnio 60–70% osób czynnych zawodowo¹. Pomimo tego, że cały sektor MSP stanowi tak ogromny potencjał gospodarczy, w ujęciu jednostkowym przedsiębiorstwa te są słabe ze względu na ograniczone zasoby materiały i niematerialne, będące następstwem ich wielkości i co za tym idzie, ich ograniczonych możliwości w dostępie do zewnętrznych źródeł pozyskania tych zasobów. Ta ułomność wpływa negatywnie na kształtowanie ich potencjału rozwojowego (a tym samym

¹ Szerzej na ten temat: R. Stanisławski, A. Januszkiewicz, *Unia Europejska dla menedżerów – warunki funkcjonowania oraz rozwoju małej i średniej przedsiębiorczości w kontekście założeń unijnych*, Podręcznik akademicki, Wydawnictwa Naukowe PŁ, Łódź 2011.

ich konkurencyjności na rynku krajowym czy europejskim), oznaczającego w praktyce wdrażanie zmian innowacyjnych.

W literaturze przedmiotu istnieje wiele pojęć dotyczących innowacji. Można je rozpatrywać w ujęciu szerokim (procesu), jak i wąskim (rezultatu). W pierwszym znaczeniu innowacje „to procesy twórczego myślenia zmierzające do zastosowania i użytkowania ulepszonych rozwiązań w technice, technologii, organizacji, życiu społecznym”². Wąskie znaczenie oznacza najczęściej pomijanie zmian organizacyjnych i społecznych na korzyść innowacji technicznych, które stanowią zmiany „w metodach wytwarzania i produktach (ewentualnie w organizacji procesu produkcyjnego), bazujących na nowej lub niewykorzystanej dotychczas wiedzy”³. Z pojęciem innowacji związana jest ściśle innowacyjność, rozumiana jako „zdolność organizacji do stałego poszukiwania, wdrażania i upowszechniania innowacji”(…), stanowiąc „siłę kreatywną każdej organizacji, wpisaną na trwałe w jej system zarządzania i kulturę”⁴. Zdolność ta jest pochodną posiadanego potencjału innowacyjnego i skłonności przedsiębiorców do bycia innowacyjnym. Ta ostaniam w odniesieniu do polskich warunków pozostaje w ścisłym związku z istniejącymi uwarunkowaniami rynkowymi, które przez wiele kolejnych lat nie sprzyjały motywowaniu przedsiębiorców do implementowania nowych rozwiązań czy też prowadzenia własnej działalności B+R (czynnikiem bezpośrednio kształtującym konkurencyjność przedsiębiorstwa była na pierwszym miejscu cena). Jednakże jak ostaniam badania dowodzą, sytuacja zmienia się i zarówno konsumenci, jak i producenci zaczynają dostrzegać znaczenie innowacyjności w podnoszeniu swojej konkurencyjności rynkowej⁵.

Na wzrost (lub spadek) potencjału innowacyjnego przedsiębiorstwa wpływ mają uwarunkowania zewnętrzne (polityka innowacyjna państwa), jak i wewnętrzne wynikające ze świadomości czy wiedzy przedsiębiorców (kadry zarządzającej) oraz zatrudnionego personelu (często są to przesłanki mentalnościowe lub brak planowania strategicznego, sprowadzającego się do stwierdzenia „jakoś to będzie” opartego na bieżących, a nie na przyszłych kryteriach rozwoju). Potencjał innowacyjny najczęściej rozumiany jest jako zdolność przedsiębiorstw do wprowadzania nowych produktów i rozwiązań⁶. Doprecyzowując powyższą definicję, należy pod-

² A. Pomykalski, *Zarządzanie innowacjami*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa–Łódź 2001.

³ W. Janasz, K. Kozioł, *Determinanty działalności innowacyjnej przedsiębiorstw*, Polskie Wydawnictwa Ekonomiczne, Warszawa 2007.

⁴ A. Pomykalski, *op. cit.*

⁵ Szerzej na ten temat: R. Stanisławski, *Innovativeness as a target product of actions of small and medium enterprises, Product and packaging, Marketing aspects*, eds. J. Lewandowski, M. Sekieta, I. Jałmużna, Technical University of Lodz, Lodz 2010.

⁶ K. Poznańska, *Uwarunkowania innowacji w małych i średnich przedsiębiorstwach*, Dom Wydawniczy ABC, Warszawa 1998.

kreślić, że potencjał innowacyjny jest konsekwencją posiadanych przez przedsiębiorstwo zasobów. Należy do nich zaliczyć „wszystko to, co pozostaje w jego dyspozycji i może wpływać na jego funkcjonowanie”⁷, co w odniesieniu do pojęcia „potencjał innowacyjny” oznacza „wyposażenie” przedsiębiorstwa w takie zasoby, „aby mogło ono skutecznie kreować i komercjalizować innowacje”⁸.

Do uwarunkowań wewnętrznych wpływających na kształtowanie potencjału innowacyjnego należy zaliczyć potrzeby przedsiębiorców w zakresie „uzupełniania” posiadanych zasobów w celu podnoszenia ich potencjału innowacyjnego.

Celem tego krótkiego opracowania jest fragmentaryczna analiza posiadanych przez MSP zasobów innowacyjnych i najczęściej zgłaszanych potrzeb służących do kształtowania zasobów innowacyjnych, a tym samym potencjału innowacyjnego badanego sektora MSP.

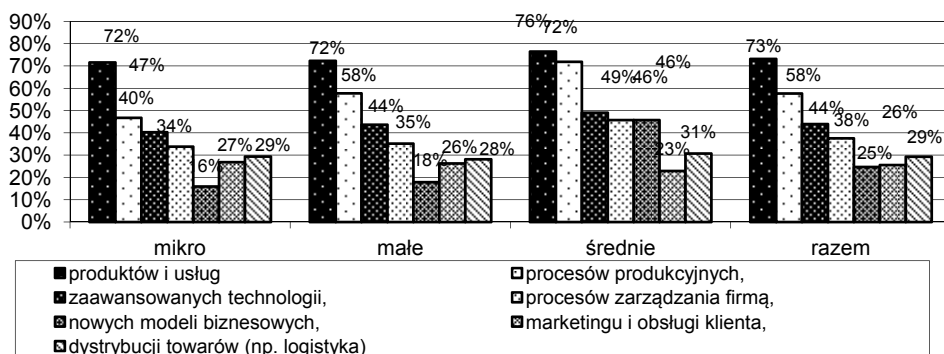
1. Metodyka badań

Badania skierowane zostały do ponad 700 podmiotów innowacyjnych (mikro, małych i średnich) funkcjonujących na terenie sześciu województw (łódzkiego, mazowieckiego, śląskiego, pomorskiego, wielkopolskiego oraz warmińsko-mazurskiego). W wyniku przeprowadzonej weryfikacji do analizowanej próby zaliczonych zostało dokładnie 567 przedsiębiorstw. Znaczna część z nich, bo aż 62%, funkcjonowała poza głównymi aglomeracjami miejskimi (były to mniejsze miasta, miasteczka lub regiony peryferyjne). W zdecydowanej większości badaniami (ze względu na ich specyfikę) objęto przedsiębiorstwa produkcyjne (ok. 64%) według klasyfikacji PKD. Dokonując podziału na rodzaj wprowadzonych przez podmioty innowacji, należy stwierdzić, że dominowały innowacje produktowe, chociaż widoczne są również inne ich rodzaje (procesowe, organizacyjne czy też marketingowe; rysunek 1). Popularność tych innowacji wynika m.in. z szybkich efektów rynkowych (są to zazwyczaj gotowe rozwiązania implementowane z zewnątrz), co dla badanego sektora MSP ma duże znaczenie z punktu widzenia konkurencyjności i szybkich zysków. Należy jednak pamiętać o tym, że zdecydowanie korzystniej jest, kiedy temu rodzajowi towarzyszą innowacje procesowe (technologiczne), pozwalające na unowocześnianie procesów produkcyjnych (w tym też finalnych produktów) w perspektywie kolejnych kilku lat (związane jest to m.in. z perspektywnym planowaniem rozwoju swojego potencjału innowacyjnego). Inne ich rodzaje (marketingowe, organizacyjne, w zakresie budowy modeli biznesowych itd.) wydają się pochodną wcześniejszych wdrożeń (szczególnie o charakterze procesowo-

⁷ M. Zastempowski, *Uwarunkowania budowy potencjału innowacyjnego małych i średnich przedsiębiorstw*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń 2010.

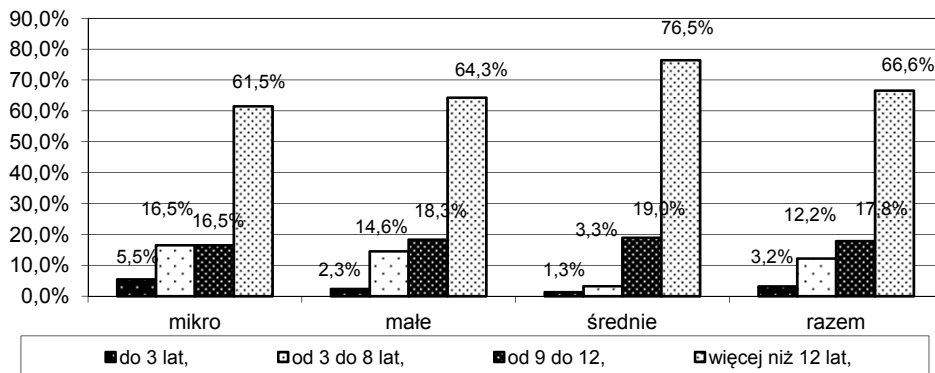
⁸ *Ibidem*.

wym), wpływają one (również w dużym stopniu) głównie na poprawę bieżącego działania przedsiębiorstwa i w pewnym pośrednim stopniu oddziałują również na efekt końcowy, jakim jest produkt innowacyjny dostępny na rynku.



Rys. 1. Rodzaje innowacji wśród badanych MSP

Źródło: opracowanie własne na podstawie badań.



Rys. 2. Długość funkcjonowania przedsiębiorstwa na rynku

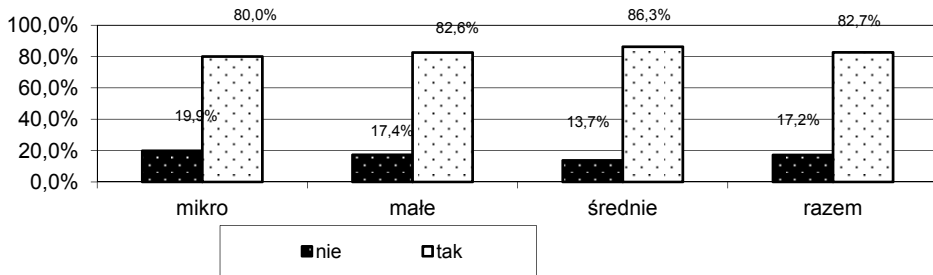
Źródło: opracowanie własne na podstawie badań.

Wśród badanych podmiotów dominowały przedsiębiorstwa funkcjonujące na rynku dłużej niż 12 lat. Posiadają więc bogate doświadczenie w budowaniu swojej potencjału innowacyjnego. Największą część z nich stanowiła średnia grupa przedsiębiorstw, co wynika z ich ewolucji w czasie i zmiany wielkości od mikropodmiotów aż do średnich. W najmniejszym stopniu uczestnikami tego badania były przedsiębiorstwa, których okres działalności rynkowej był nie dłuższy niż 3 lata

(rysunek 2). Taki dobór próby z punktu widzenia badanych zasobów i zgłaszanych w tym zakresie potrzeb ma duże znaczenie i pomaga on w wyciągnięciu bardziej trafnych wniosków.

2. Znaczenie zewnętrznych źródeł w zakresie kształtowania potencjału innowacyjnego MSP

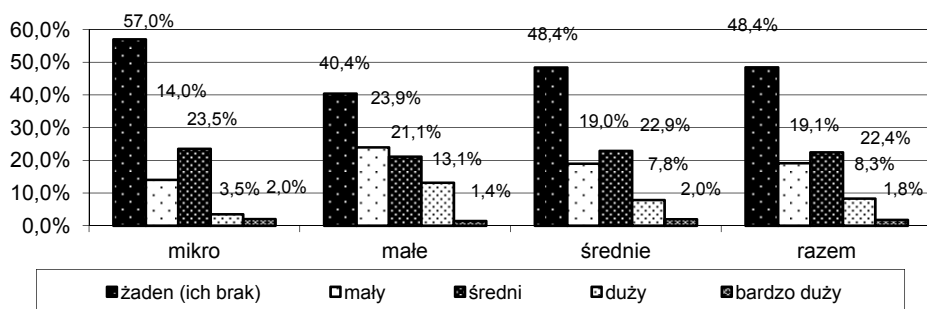
Przeprowadzone badania wskazują na celowość budowania potencjału innowacyjnego podmiotów sektora MSP. Zdecydowana większość respondentów (ok. 80%) stwierdziła, że ich rozwój innowacyjny przyniósł im konkretne korzyści (rysunek 3). Oznacza to konieczność dalszego unowocześniania swojego przedsiębiorstwa poprzez rozwój posiadanych już zasobów.



Rys. 3. Korzyści z wprowadzenia innowacji (tak/nie)

Źródło: opracowanie własne na podstawie badań.

Dokonując oceny zewnętrznych źródeł pozyskiwania rozwiązań innowacyjnych, należy stwierdzić, że dostęp do nich jest oceniany raczej negatywnie. W znacznej części (48% wskazań) badane podmioty podkreślają w ten sposób, że otoczenie to nie miało większego znaczenia w procesie budowania własnego potencjału innowacyjnego (rysunek 4). Oczywiście można zadać sobie pytanie, co to oznacza. Z jednej strony może to być skutek wykorzystywania (w większym stopniu) swoich wewnętrznych zasobów, wynikający bezpośrednio z braku potrzeby wspierania się źródłami zewnętrznymi (mniej prawdopodobne), z drugiej zaś – skutek utrudnionego dostępu do tych źródeł, spowodowanego istniejącymi barierami (w większym stopniu prawdopodobne).

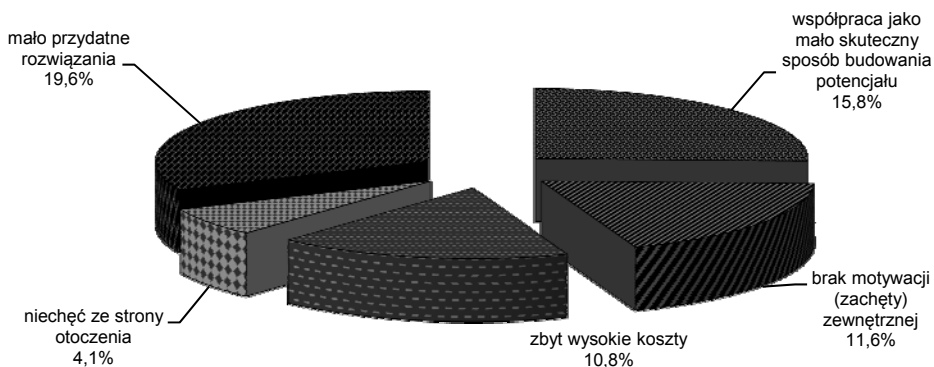


Rys. 4. Rola zewnętrznych źródeł (zasobów i pomysłów) we wdrażaniu innowacji

Źródło: opracowanie własne na podstawie badań.

Istnienie barier potwierdza fakt, że największy procent negatywnych wskazań w zakresie oceny źródeł zewnętrznych dotyczy przedsiębiorstw mikro – z uwagi na to, że same nie posiadają dobrze rozwiniętych swoich zasobów (głównie ze względu na swoją wielkość i związane z tym faktem ograniczone możliwości rozwoju) – oraz duża liczba wskazań podmiotów średnich, które pomimo tego, że mają zdecydowanie lepiej rozwinięte własne zasoby niż podmioty mikro, chętnie wykorzystywałyby istniejące w otoczeniu szanse rozwoju poprzez wzbogacenie posiadanych już zasobów. Jednakże uniemożliwia to właśnie (zarówno jednym, jak i drugim) powstawanie ograniczeń zewnętrznych, niesprzyjających implementowaniu rozwiązań i podnoszeniu potencjału innowacyjnego przedsiębiorstw.

Potwierdzeniem przedstawionej tezy o istnieniu zewnętrznych ograniczeń utrudniających budowanie własnego potencjału innowacyjnego są kolejne dane dotyczące potrzeby nawiązania zewnętrznych kontaktów (**z instytucjami otoczenia biznesu**) w celu uzupełnienia brakujących własnych zasobów. Większość podmiotów wskazała, że chętnie by nawiązała zewnętrzne relacje (ok. 52%), ale nie ma takiej możliwości. Pozostała część (ok. 48%) stwierdziła, że nie ma większego sensu (i nie widzi takiej potrzeby), aby uzupełniać swoje zasoby w oparciu o źródła zewnętrzne (IOB). Przyczyn takiego stanu rzeczy jest kilka. Po pierwsze, przedsiębiorcy twierdzą, że otoczenie nie jest w stanie zaproponować im czegoś ciekawego z ich punktu widzenia. Świadczą o tym wskazania „mało przydatnych rozwiązań dla firmy” oraz „współpracy jako mało skutecznego sposobu budowania potencjału innowacyjnego firmy”. W obu przypadkach wielkości wskazań przekroczyły poziom 15% (rysunek 5).



Rys. 5. Przyczyny braku zapotrzebowania na współpracę z IOB, służącą budowaniu potencjału innowacyjnego wśród MSP

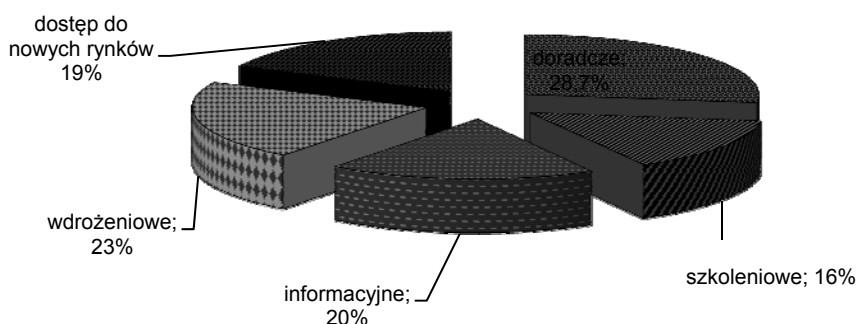
Źródło: opracowanie własne na podstawie badań.

Pytanie, jakie się w tej sytuacji nasuwa, brzmi: jakie źródła te przedsiębiorstwa uważają za najbardziej cenne i gdzie chcą one uzupełniać swoje zasoby, jak nie w otoczeniu? Do wzrostu potencjału innowacyjnego niezbędna jest bowiem wzajemna wymiana doświadczeń, pozyskiwanie nowych pracowników (wysoko kwalifikowanych) oraz implementowanie wiedzy (*know-how*). W tym ostatnim przypadku duże znaczenie może mieć prowadzenie własnych prac B+R, jednak jak pokazują badania, ten rodzaj działalności nie jest zbyt popularny wśród omawianego sektora (z różnych przyczyn)⁹.

W grupie przedsiębiorstw wykazujących potrzeby w zakresie współpracy z otoczeniem (IOB) największym zainteresowaniem cieszą się usługi doradcze i wdrożeniowe (odpowiednio, 28,7% oraz 23%) (rysunek 6).

Dla budowania potencjału innowacyjnego poprzez współpracę z otoczeniem (IOB) niezbędne jest również dostarczenie przedsiębiorstwom analizowanego sektora usług informacyjnych (20% wskazań) i szkoleniowych (16% wskazań) oraz pomocy w dostępie do rynków zbytu (19%). W tym ostatnim przypadku „dostęp” należy rozumieć szeroko, nie tylko w kontekście rynku zbytu, ale również kontaktu zapewniającego możliwość wymiany wzajemnych informacji, doświadczeń i obserwacji konkurencji w zakresie nowych produktów i rozwiązań.

⁹ Szerzej na ten temat: R. Stanisławski, *European Union support as a prerequisite for innovation development of polish small and medium-sized enterprises in terms of in-house R&D activities*, Technical University of Lodz, Lodz 2008.

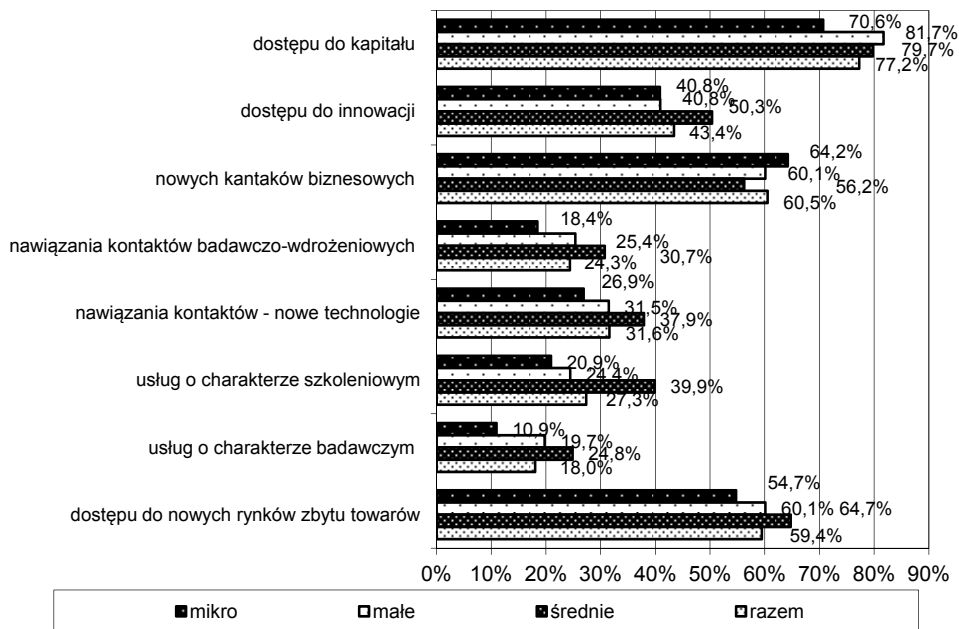


Rys. 6. Oczekiwany przez MSP rodzaj pomocy (potrzeb) zgłaszanej w ramach współpracy z otoczeniem

Źródło: opracowanie własne na podstawie badań.

3. Potrzeby MSP w zakresie kształtowania potencjału innowacyjnego

Powyższa analiza w ograniczonym zakresie określiła rolę otoczenia (IOB) w procesie budowania potencjału innowacyjnego MSP. W tej części artykułu dokonana zostanie analiza zgłaszanego zapotrzebowania przez MSP w zakresie wybranych składników wpływających na zasoby podmiotów omawianego sektora. Dla potrzeb niniejszego opracowania wyróżniono zasoby kapitałowe (zaliczono do nich dostęp do kapitału), zasoby wiedzy pracowników (usługi szkoleniowe), wiedzę techniczną (dostęp do innowacji, usługi badawcze), kontakty (w zakresie nowych technologii, wdrożeń czy biznesu). Z rysunku 7 już wynika, że największe potrzeby dotyczą uzupełnienia zasobów finansowych, nowych kontaktów biznesowych oraz dostępu do rynków zbytu. Jednakże dokonując ich podziału według powyższej klasyfikacji zasobów, należy stwierdzić, że na pierwszym miejscu są potrzeby w zakresie finansów (ok. 77%), zapewnienia kontaktów (o różnym charakterze) (ok. 39%), wiedzy technicznej (ok. 30%) oraz wiedzy pracowników (ok. 27%). Najmniejsze wskazania wynikające z poniższego rysunku nie muszą oznaczać, że niski poziom potrzeb w zakresie uzupełnienia określonych zasobów wynika z ich zaspokojenia. Raczej jest to następstwo słabego ich wykorzystywania w budowaniu potencjału innowacyjnego MSP (charakterystyczne dla polskich realiów), stąd też niski poziom potrzeb.



Rys. 7. Potrzeby MSP w zakresie dalszej realizacji działalności innowacyjnej

Źródło: opracowanie własne na podstawie badań.

Istnieje też duże zróżnicowanie tych potrzeb ze względu na wielkość badanych przedsiębiorstw. Względnie największa różnica pomiędzy podmiotami mikro a średnimi istnieje w grupie potrzeb „o charakterze badawczym” (ok. 14%), co jest następstwem niskiego zaangażowania tych pierwszych w tego typu działalność. Zdecydowanie bardziej wymagające są one pod względem „kontaktów biznesowych”, gdyż wyrażnie ich zapotrzebowanie na uzupełnienie zasobów w tym zakresie jest znacznie wyższe niż podmiotów średnich.

Podsumowanie

Powyższe badania pozwalają na wyciągnięcie kilku istotnych wniosków. Po pierwsze, budowanie potencjału innowacyjnego jest priorytetem dla większości podmiotów funkcjonujących w sektorze MSP. Po drugie, raczej słabo oceniają one w tym procesie rolę otoczenia, w tym instytucji wspierania przedsiębiorczości (IOB), gdyż usługi świadczone przez nie (według opinii badanych) są raczej mało przydatne. Po trzecie, największe zapotrzebowanie w zakresie współpracy z szeroko rozumianym otoczeniem dotyczy uzupełnień w odniesieniu do usług doradczych

i wdrożeniowych (IOB). Po czwarte, analizując potrzeby przedsiębiorców w tym sektorze, należy stwierdzić, że najważniejsze oczekiwania przedsiębiorców dotyczą zasobów finansowych (kapitałowych), w zakresie kontaktów (o różnym charakterze), wiedzy technicznej i wiedzy pracowników. Budowanie potencjału innowacyjnego przedsiębiorstw jest trudnym i długotrwałym procesem. Wymaga tworzenia i uzupełniania istniejących zasobów przedsiębiorstwa. Dlatego też konieczne staje się trwale i sukcesywnie monitorowanie zgłaszanych w tym zakresie potrzeb. Jest to bowiem warunek dalszego rozwoju innowacyjności i konkurencyjności tego sektora zarówno na rynku krajowym, jak i rynkach zagranicznych.

Literatura

1. Janasz W., Koziół K., *Determinanty działalności innowacyjnej przedsiębiorstw*, Polskie Wydawnictwa Ekonomiczne, Warszawa 2007.
2. Pomykański A., *Zarządzanie innowacjami*, WN PWN, Warszawa–Łódź 2001.
3. Poznańska K., *Uwarunkowania innowacji w małych i średnich przedsiębiorstwach*, Dom Wydawniczy ABC, Warszawa 1998.
4. Stanisławski R., *European Union support as a prerequisite for innovation development of polish small and medium-sized enterprises in terms of in-house R&D activities*, Technical University of Lodz, Lodz 2008.
5. Stanisławski R., Januszkiewicz A., *Unia Europejska dla menedżerów – warunki funkcjonowania oraz rozwoju małej i średniej przedsiębiorczości w kontekście założeń unijnych*, Podręcznik akademicki, Wydawnictwa Naukowe PŁ, Łódź 2011.
6. Zastempowski M., *Uwarunkowania budowy potencjału innowacyjnego małych i średnich przedsiębiorstw*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń 2010.

THE SME NEEDS IN THE AREA OF THEIR INNOVATION POTENTIAL DEVELOPMENT ON THE AUTHORS' OWN RESEARCH

Summary

The development of the SME innovation potential is one of the conditions of the competitiveness growth in the national and world's market. In the consequence of it, the enterprises are motivated to increase own sustainable sources of, capital (funds), knowledge, human resources, etc. This article is aimed to estimate of the present needs of The SME which have not been realised so far, and the realisation of them is necessary for

the future development of this sector. The included analyse is based on the own research.

Translated by Robert Stanisławski

CEZARY STĘPNIAK

Politechnika Częstochowska

INTEGRACYJNA ROLA PRZESTRZENI INFORMACYJNEJ W MODELOWANIU PROCESÓW BIZNESOWYCH

Wprowadzenie

Współczesna rywalizacja o klienta powoduje, że przedsiębiorstwa odchodzą od produkcji wielkoseryjnej na rzecz współpracy w pojedynczymi odbiorcami, dążąc do maksymalnego zaspokojenia ich potrzeb. W tej sytuacji przejście na zasady zarządzania procesowego staje się wyzwaniem dla kierownictw współczesnych przedsiębiorstw. Konieczność jednostkowego traktowania każdego klienta oraz podejmowanie różnego rodzaju współpracy z innymi podmiotami gospodarczymi powodują, że liczba i różnorodność realizowanych procesów utrudniają w dużym stopniu ich uporządkowanie i zarządzanie nimi. Dzieje się tak nawet mimo zastosowania narzędzi technologii informacyjnej do wspierania zarządzania realizowanymi procesami.

Coraz powszechniejsze stają się różnego typu narzędzia (np. BPMN – *Business Process Modeling Notation*) czy nawet całe pakiety służące do modelowania procesów biznesowych (np. ARIS – *Architektur Integrierter Informationssysteme*). Dzięki wspomnianym narzędziom można rozszerzać funkcjonalność współczesnych systemów informatycznych, które służą do wspierania realizacji procesów w przedsiębiorstwie. Ponadto w przedsiębiorstwach korzysta się jeszcze z innych narzędzi do opisu i modelowania procesów charakterystycznych dla poszczególnych obszarów działalności (np. modele księgowo).

Stosowane modele mogą być wykorzystywane do projektowania nowych procesów (wymagają wtedy pozyskiwania lub tworzenia nowych zasobów wiedzy)

lub do opisu ich realizacji (pełnią wtedy funkcje informacyjne)¹. Zastosowanie różnych typów modeli nie zawsze sprzyja ich integracji.

W niniejszym artykule przedstawiono problematykę przestrzeni informacyjnej przedsiębiorstwa. Stosując metodologię systemów informacji przestrzennej wykorzystującą problematykę przestrzeni informacyjnej przedsiębiorstwa, można integrować modele *ex ante* (służące do projektowania), jak i *ex post* (przeznaczone do opisu zjawisk rzeczywistych). Dzięki temu istnieje możliwość weryfikacji modeli projektowanych procesów poprzez wykorzystanie danych rzeczywistych opisujących przypadki ich realizacji.

1. Pojęcie przestrzeni informacyjnej

Słownikowe pojęcie przestrzeni to „trójwymiarowa rozciągłość nieokreślona i nieograniczona, w której zachodzą wszystkie zjawiska fizyczne”². Współczesne nauki do swoich metodologii wprowadzają przestrzenie abstrakcyjne, bazujące głównie na modelach matematycznych, gdzie wybrane cechy definiują osie przestrzeni. Definiowane w ten sposób przestrzenie mogą być wielowymiarowe i tylko dla celów wizualizacji ogranicza się je do trzech wybranych osi.

B. Stefanowicz, prowadząc rozważania na temat natury informacji, przedstawił własną definicję przestrzeni informacyjnej. W swych rozważaniach definiuje informację jako treść komunikatu. Następnie definiuje przestrzeń komunikatów (K), opisując ją poprzez obiekty (O), ich atrybuty (A) i nadając im wymiar czasowy (T). Przedstawia to następujący wzór³:

$$K = O \times A \times T$$

Obiekty w komunikatach są reprezentantami informacji, a ich relacje mogą tworzyć szerszy kontekst i stanowić czynnik budujący wiedzę w przedsiębiorstwie. Współczesne warunki gospodarcze zmieniają się dynamicznie, w związku z tym uwzględnienie czynnika czasu staje się bardzo istotną kwestią.

Zdefiniowane matematycznie przestrzenie informacji można wizualizować, korzystając z dostępnych narzędzi technologii informacyjnej. Na zdefiniowane przestrzenie można nanosić poszczególne obiekty (O). Ich alokacja zależy od wartości atrybutów przestrzennych (A_p) odnoszących się do cech definiujących osie

¹ Do funkcji informacyjnych zalicza się: ewidencję danych, informowanie i sprawozdawczość, automatyczną analizę i kontrolę realizowanych procesów oraz wspieranie procesów decyzyjnych. Zob. m.in. *Komputerowe wspomaganie biznesu*, red. A. Nowicki, Placet, Warszawa, 2006.

² *Słownik języka polskiego*, red. M. Szymczak, t. 2, PWN, Warszawa 1979.

³ B. Stefanowicz, *Informacja*, Wyd. SGH, Warszawa 2004, s. 51.

wymiaru danej przestrzeni. Drugi element istotny dla wizualizacji obiektów w przestrzeni to argumenty opisujące (A_o). Atrybuty opisujące pozwalają na określenie sygnatury znaku reprezentującego dany obiekt w trakcie wizualizacji, a ponadto pozwalają na określenie roli danego obiektu w prezentowanej zbiorowości.

Współczesnym informacjom coraz częściej przypisuje się wartości przestrzenne. Oznacza to, że poszczególne obiekty można wizualizować przy wykorzystaniu map geograficznych. W tym wypadku współrzędne geograficzne będą atrybutami przestrzennymi. Natomiast sposób prezentacji danego obiektu zależeć będzie od wartości atrybutu opisującego, według którego nastąpi wizualizacja.

Jednakże można poszczególne wspomniane obiekty wizualizować na przestrzeniach zdefiniowanych matematycznie (według osi współrzędnych XY – 2D lub XYZ – 3D). Jak wspomina B. Stefanowicz, na przestrzeni można wykonywać różne operacje. Zaliczyć do nich można m.in. ograniczenie przestrzeni, jej złożenie lub zakrzywienie (w tym wypadku byłaby to operacja odwrotna do kartograficznej, gdzie mapa na płaszczyźnie wizualizuje kształt kuli ziemskiej).

Do tego dochodzi czynnik czasu. Jeśli przyjąć, że każdy obiekt (O) jest niezależny, to kwestia jego wizualizacji sprowadziłaby się do jego alokacji w zdefiniowanej przestrzeni. Jednakże w praktyce gospodarczej przedstawiciele różnych zbiorowości biorą udział w wielu procesach (zdarzeniach). Mowa tu m.in. o takich zbiorowościach jak pracownicy, kontrahenci, poszczególne maszyny i urządzenia. Analiza ich aktywności jest niezwykle istotna dla kadry menadżerskiej przedsiębiorstw.

Dlatego każde zdarzenie zarejestrowane w postaci komunikatu (K) powinno równocześnie odwoływać się do właściwych obiektów informacyjnych, jeśli są już one zarejestrowane w systemie. W ten sposób zwiększa się integralność zasobów informacyjnych, zmniejszając równocześnie ich redundantność, a przede wszystkim można wykazać aktywność danego obiektu.

Wspomniana aktywność może być wizualizowana za pomocą animacji lub symulacji zdarzeń z udziałem poszczególnych obiektów informacyjnych, a bazować będzie na szeregach czasowych, które utworzone zostaną poprzez przywiązywanie kolejnych komunikatów dotyczących danego obiektu. W tym przypadku każdy komunikat musi zawierać określenie czasowe.

Jak widać, na podstawie definicji B. Stefanowicza można dokonać wizualizacji poszczególnych komunikatów w odpowiednio zdefiniowanej przestrzeni. Wymaga to jednak formalizacji opisu zdarzeń zachodzących w przedsiębiorstwie oraz zapewnienia spójności danych przechowywanych w systemach informatycznych przedsiębiorstw lub pozyskiwanych z sieci rozległych, takich jak Internet.

2. Modelowanie procesów biznesowych

Współcześnie stosowane są różne narzędzia służące do modelowania. W zależności od procedur korporacyjnych przedsiębiorstwa mogą one pełnić funkcje pomocnicze, gdzie kierownicy za pomocą schematów i grafik rozpisują na papierze zadania do wykonania dla poszczególnych pracowników (np. grafy, tablice krzyżowe, harmonogramy Gantt). Jednakże można również stosować ściśle sformalizowane narzędzia, służące nie tylko do wyznaczenia zadań, ale do projektowania całych procedur korporacyjnych. W tym celu można zastosować m.in. takie narzędzia, jak: UML (*Unified Modeling Language*)⁴, BPMN⁵, BPML (*Business Process Modeling Language*) czy OWL (*Web Ontology Language*)⁶. Na bazie różnych notacji i języków tworzone są narzędzia informatyczne i integrowane z systemami informatycznymi przedsiębiorstw. Tworzone modele można następnie implementować do systemów informatycznych, dzięki czemu służyć będą one do bieżącego zarządzania zaprojektowanymi procedurami.

W ramach wspomnianych narzędzi nie tylko używa się ściśle określonych symboli, których stosowanie wyznaczają określone reguły gramatyczne, ale również istotna jest warstwa logiczna i słownikowa, która musi być zgodna z terminologią stosowaną w przedsiębiorstwie i zapisaną w jego systemie informatycznym. Innymi słowy, projektant procesów musi stosować aparat terminologiczny stosowany w przedsiębiorstwie.

Biorąc pod uwagę różnorodność potrzeb kontrahentów i klientów, a także dostępność narzędzi modelowania, można zaprojektować wiele modeli. Problemy zaczynają się w trakcie ich analizy, kontroli oraz koordynacji ich realizacji, kiedy dostępne w przedsiębiorstwie zasoby trzeba dzielić na różne procesy.

Zresztą modelowanie w przedsiębiorstwie może być postrzegane pod różnymi kątami widzenia. W niniejszych rozważaniach podjęto kwestię dwóch kryteriów: czasu i odniesienia opracowanych modeli do rzeczywistości. Biorąc za kryterium czas, przyjęto modelowanie *ex ante* – stosowane do tworzenia nowych procedur, oraz *ex post*, gdzie tworzone modele w sposób uproszczony odzwierciedlają stan przedsiębiorstwa.

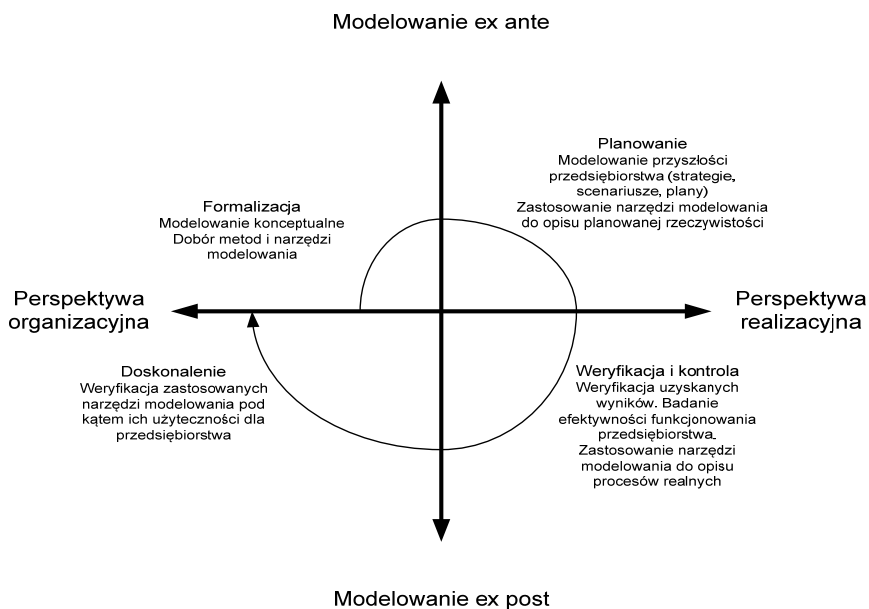
Według drugiego kryterium w przedsiębiorstwie można przyjąć dwie perspektywy modelowania: organizacyjną – czyli związaną z tworzeniem nowej wartości (np. projektowanie nowych procesów lub doskonalenie już istniejących), oraz realizacyjną – polegającą na bieżącej ewidencji, analizie, kontroli i weryfikacji realizo-

⁴ W. Dąbrowski, A. Stasiak, M. Wolski, *Modelowanie systemów informatycznych w języku UML 2.1 w praktyce*, WN PWN, Warszawa 2007.

⁵ BPMN 2.0 – *Business Proces Model and Notification*, <http://www.bpmb.de/index.php/BPMNPoster2010>

⁶ M. Dean, G. Schreiber., *OWL Web Ontology Language. W3C Recommendation* (2004), <http://www.w3.org/TR/owl-ref/>

wanych modeli. Wspomniane dwa kryteria ułożono w układ XY i zaprezentowano w ujęciu przestrzennym. Natomiast sam opis procesu modelowania ujęto, wykorzystując model spiralny⁷, stosowany w procedurach tworzenia systemów informatycznych. Patrz rysunek 1.



Rys. 1. Przestrzenne ujęcie procesów modelowania w przedsiębiorstwie

Źródło: opracowanie własne.

Przedstawione przestrzenne ujęcie problematyki modelowania w przedsiębiorstwach zakłada, że jest to zjawisko ciągłe. Dlatego w jego ramach wyróżniono cztery fazy:

- Formalizacja – polegająca na określeniu potencjalnych źródeł wartości dodanej dla przedsiębiorstwa, a następnie zaprojektowaniu procedur procesów. Wspomniane procedury stanowią skutek egzemplifikacji wiedzy i doświadczenia menedżera – projektanta procesu.
- Planowanie – związane jest z wdrożeniem opracowanych procedur procesów do praktyki gospodarczej. W ramach tej fazy określa się zasady reali-

⁷ Zob. m.in. *Wstęp do systemów informacyjnych zarządzania w przedsiębiorstwie*, red. A. Nowicki, Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 2002.

zacji konkretnych, realnych procesów oraz wyznacza się rzeczywiste wskaźniki efektywności dla konkretnych procesów.

- Weryfikacja i kontrola – polega na budowie modelu realnego stanu przedsiębiorstwa. Wspomniany model wykorzystuje dane rzeczywiste zapisane w systemie informacyjnym przedsiębiorstwa lub pozyskane z sieci rozległych (Internet). W tym wypadku istotne jest dopasowanie terminologiczne wewnętrznych zasobów informacyjnych przedsiębiorstwa z danymi pochodzącymi z otoczenia.
- Doskonalenie – polega na analizie i weryfikacji zaprojektowanych procedur procesów. Wszak nie wszystkie procedury procesów mogą być zaprojektowane optymalnie lub zmienić się mogą warunki ich realizacji. Dlatego istotna jest weryfikacja stosowanych modeli procesów wraz ze wskazaniem kierunków zmian.

Przedstawiony cykl jest powielany wielokrotnie, dopóki funkcjonuje dane przedsiębiorstwo. Jego efektem jest ciągłe doskonalenie procedur działania przedsiębiorstwa i dopasowywanie się do zmieniających się warunków. Z drugiej strony należy pamiętać, że współczesne korporacje mają coraz bardziej rozbudowane, a przy tym nie zawsze sztywne struktury organizacyjne. Stąd procedury korporacyjne stają się wyznacznikiem funkcjonowania poszczególnych jednostek organizacyjnych i pojedynczych pracowników.

Mnogość procesów i pracowników powoduje trudności w syntetycznym ujęciu wszystkich zjawisk w przedsiębiorstwie.

3. Integracja modeli biznesowych z wykorzystaniem wizualizacji przestrzennej

Wizualizacja przestrzenna procesów zachodzących w przedsiębiorstwie wymaga ujednoczenia aparatu pojęciowego stosowanego w modelach w skali całego przedsiębiorstwa. Każdy obiekt (O) podlegający wizualizacji może być przypisany tylko w jedno miejsce przestrzeni (bez względu na to, czy będzie to punkt, linia, plama, czy poligon). Dlatego każde kolejne komunikaty odwołujące się do danego obiektu (O) muszą być mu przypisane. Dzięki temu do każdego obiektu przypisywane będą wszystkie komunikaty, jakie go będą dotyczyć. W ten sposób utworzone zostaną szeregi czasowe (T – przy założeniu, że każdy komunikat ma odwołania czasowe, co ma miejsce w systemach informatycznych).

Do obsługi komunikatów można przypisać odpowiednie funkcje stosowane w metodologii obiektowej⁸ czy ontologiach⁹ służących do pozyskiwania zasobów

⁸ Zob. m.in. E. Yourdon, C. Argila, *Analiza obiektowa i projektowanie. Przykłady zastosowań*, WNT, Warszawa 2000.

informacyjnych z otoczenia, a następnie dopasowywanych do danych przechowywanych w wewnętrznych systemach informatycznych.

Integracja modeli biznesowych z wykorzystaniem wizualizacji przestrzennej bazuje na czterech elementach:

- modelach referencyjnych baz danych systemów informatycznych i przechowywanych w nich zasobach informacyjnych,
- ontologiach stosowanych w usługach webowych do integracji zasobów informacyjnych,
- regułach formalizacyjnych narzędzi modelowania,
- zasadach modelowania przestrzennego bazującego na metodologii systemów informacji przestrzennej¹⁰.

Celem integracji jest stworzenie uniwersalnego narzędzia pozwalającego na przeprowadzenie procesu modelowania bezpośrednio na podstawie wizualizacji z użyciem przestrzeni informacyjnych lub stworzenie podstaw konwersji modeli opracowanych za pomocą dotychczasowych narzędzi do wspomnianej postaci. Na podstawie przestrzeni informacyjnej mogą być opracowane mapy przedsiębiorstw, które umożliwią wizualizację wielu procesów równocześnie, zarówno tych zaprojektowanych (przedstawionych w perspektywie organizacyjnej), jak i tych realnych (perspektywa realizacyjna). Reguły wizualizacji przedstawia poniższa procedura:

- Wizualizacja odbywać się będzie w przestrzeniach zdefiniowanych geograficznie lub heurystycznie na podstawie gromadzonych komunikatów (K).
- Na wyznaczone przestrzenie nanoszone są obiekty (O). Ich alokacja zależy od wartości ich atrybutów przestrzennych (A_p) i jest stała dla danej przestrzeni (chyba że natura danego obiektu związana jest z ruchem, np. przesyłana paczka w firmie logistycznej).
- Dobór symbolu obiektu nastąpi na podstawie wartości atrybutu opisującego (A_o) zdefiniowanego na danej warstwie tematycznej. Na tworzonych mapach można nakładać wiele warstw tematycznych. Od użytkownika będzie zależać, ile warstw nałoży, aby mapa była dla niego nośnikiem odpowiednich danych, a równocześnie była czytelna.
- Do każdego obiektu można podłączyć hiperłącze, dzięki czemu będzie można uzyskać o nim więcej danych.
- Komunikaty (K) opisujące poszczególne obiekty powinny być uporządkowane pod względem tematycznym i czasowym. Dzięki temu będzie można dokonać wizualizacji zjawisk według wybranych warstw tematycznych i zachodzących zmienności w czasie.

⁹ Zob. m.in. F. Baader, I. Horrocks, U. Sattler, *Description Logics*. In "Handbook on Ontologies", Edited by S. Staab and R. Studer, Series „International Handbooks on Information Systems. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2004.

¹⁰ L. Litwin, G. Myrda, *Systemy informacji geograficznej. Zarządzanie danymi przestrzennymi w GIS, SIP, SIT, LIS*, Helion, Gliwice 2005.

- Zastosowanie modelowania przestrzennego może służyć również do modelowania zjawisk bezpośrednio na mapach. Oczywiście musi to być zgodne z symboliką stosowaną w ramach danej warstwy tematycznej. Wyniki modelowania mogą być zapisywane w normatywnych bazach danych systemu informatycznego.

Efekty integracyjne widać będzie we wszystkich czterech fazach modelowania wspomnianych wcześniej. Podstawowe zagadnienia przedstawia tablica 1.

Tabela 1

Rozszerzenie dostępnych funkcji dzięki zastosowaniu przestrzeni informacyjnych

Faza	Modelowanie biznesowe tradycyjnymi narzędziami	Rola integrująca
Formalizacja	Budowa modeli pojedynczych procesów. Oddzielne wiązanie różnych procesów. Jednolita baza pojęciowa dla wszystkich narzędzi	Wizualizacja według wybranych typów obiektów. Możliwość prezentacji wielu modeli procesów powiązanych z prezentowanymi obiektami O
Planowanie	Wyznaczanie zadań realizacyjnych, bieżących wskaźników efektywności, planów strategicznych	Wizualizacja zakładanych planów według warstw tematycznych
Weryfikacja i kontrola	Kontrola realizacji zakładanych planów, określanie czynników niezgodności	Tworzenie map rozbieżności. Wizualizacja różnych aspektów niezgodności
Doskonalenie	Określenie potrzeb doskonalenia. Weryfikacja i tworzenie nowych modeli biznesowych	Wizualizacja nanoszonych zmian. Możliwość nanoszenia zmian bezpośrednio na mapach

Źródło: opracowanie własne.

Za tradycyjne narzędzia, przedstawione w tabeli 1, należy uważać różnorodne schematy, diagramy, grafy, a nawet pakiety informatyczne, które umożliwiają opracowanie i równoczesną wizualizację procedur pojedynczych procesów.

Podsumowanie

Zastosowanie przestrzeni informacyjnej do modelowania biznesowego jest współcześnie możliwe z wielu względów. Do ważniejszych należy zaliczyć ogólny trend do wizualizacji zjawisk za pomocą technik opisowych. Wizualizacja przestrzenna pozwala dodatkowo na równoczesną prezentację wielu zjawisk.

Są oczywiście pewne uwarunkowania, które należy spełnić. Należy do nich m.in. konieczność stosowania ujednoliconego słownika terminologicznego w skali przedsiębiorstwa, konieczność dopasowywania zewnętrznych zasobów informacyj-

nych do rozwiązań stosowanych wewnątrz organizacji, a także konieczność ścisłego przestrzegania reguł formalizacji stosowanych narzędzi.

Literatura

1. Baader F., Horrocks I., Sattler U., *Description Logics*. In "Handbook on Ontologies", Edited by S. Staab and R. Studer, Series „International Handbooks on Information Systems”, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2004.
2. BPMN 2.0 – *Business Process Model and Notification*, <http://www.bpmb.de/index.php/BPMNPoster> 2010
3. Dąbrowski W., Stasiak A., Wolski M., *Modelowanie systemów informatycznych w języku UML 2.1 w praktyce*, WN PWN. Warszawa 2007.
4. Dean, M., Schreiber, G., *OWL Web Ontology Language. W3C Recommendation*
5. (2004), <http://www.w3.org/TR/owl-ref/>
6. *Komputerowe wspomaganie biznesu*, red. A. Nowicki, Placet, Warszawa 2006.
7. Litwin L., Myrda G., *Systemy informacji geograficznej. Zarządzanie danymi przestrzennymi w GIS, SIP, SIT, LIS*, Helion, Gliwice 2005.
8. *Słownik języka polskiego*, red. M. Szymczak, PWN, Warszawa 1979.
9. Stefanowicz B., *Informacja*, Wydawnictwo SGH, Warszawa 2004.
10. *Wstęp do systemów informacyjnych zarządzania w przedsiębiorstwie*, red. A. Nowicki, Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 2002.
11. Yourdon E., Argila C., *Analiza obiektowa i projektowanie. Przykłady zastosowań*, WNT, Warszawa 2000.

INTEGRATION ROLE OF INFORMATION SPACE IN BUSINESS PROCESS MODELING

Summary

The paper shows a conception of using information space in business process modeling. B. Stefanowicz defines information space as combination of communiqué (K), objects (o), attributes (A) and time (T). The basis of the conception is a model of spatial approach in business modeling

Translated by Cezary Stępnia

JĘDRZEJ WIECZORKOWSKI

Szkoła Główna Handlowa

NARZĘDZIA MODELOWANIA PROCESÓW BIZNESOWYCH W ASPEKTCIE WYTWARZANIA I WDRAŻANIA SYSTEMÓW INFORMATYCZNYCH

Wprowadzenie

Podejście procesowe zyskuje w ostatnich latach coraz większą popularność w teorii i praktyce zarządzania. Elementy podejścia procesowego były natomiast od bardzo dawna wykorzystywane na potrzeby wytwarzania oprogramowania. Działania takie były wspierane przez różnorodne narzędzia informatyczne, lecz grono ich użytkowników było w praktyce ograniczone do specjalistów z zakresu IT. Popularność zastosowania podejścia procesowego w zarządzaniu zmieniła tę sytuację, rozszerzając krąg użytkowników narzędzi wykorzystujących koncepcje procesowe do licznych specjalistów kierujących organizacjami na różnych ich szczeblach.

Celem artykułu jest przedstawienie ewolucji i możliwości współczesnych informatycznych narzędzi modelowania i zarządzania procesami biznesowymi. Analiza została przeprowadzona przede wszystkim z punktu widzenia wspomaganie wytwarzania oraz wdrażania oprogramowania wspierającego zarządzanie organizacjami.

1. Przesłanki modelowania procesów biznesowych

Procesowa analiza przedsiębiorstwa obejmująca wyodrębnienie procesów, określenie ich powiązań oraz wskazanie zależności pomiędzy procesami a jednostkami organizacyjnymi i produktami są punktem wyjścia do współczesnego spojrzenia na procesowe zarządzanie przedsiębiorstwami. Stoi ono w opozycji do tradycyjnego podejścia statycznego (strukturalnego), które z obecnego punktu widzenia

utrudniało zaspokajanie potrzeb klientów i utrudniało osiągnięcie zamierzonych wyników finansowych. Istotną dla popularyzacji procesowej orientacji w zarządzaniu była koncepcja restrukturyzacji procesów biznesowych BPR (*Business Process Reengineering*)^{1, 2}, która mimo znacznej późniejszej ewolucji stała się podstawą obecnego spojrzenia na procesy biznesowe. We współczesnym podejściu uważa się, że procesy powinny podlegać ciągłemu monitorowaniu i doskonaleniu.

Proces może być rozumiany jako grupa powiązanych czynności, składających się na pewną całość, posiadających wejścia i wyjścia, tworzących wartość z punktu widzenia klienta³, a także jako ciąg wzajemnie powiązanych (zależnych) czynności i innych zdarzeń, wywołujących określone zmiany i zmierzających do osiągnięcia określonego wyniku końcowego⁴. Tak więc znacząca większość działań w organizacjach wchodzi w skład definiowalnych procesów biznesowych, takich jak procesy produkcyjne, procesy obsługi klienta, procesy kadrowe. W przypadku niektórych organizacji, takich jak instytucje administracji publicznej, ze względu na charakter ich działalności, unika się niejednokrotnie pojęcia „proces biznesowy”, zastępując go na przykład terminem „proces operacyjny”, nie zmienia to jednak znacząco jego istoty. Na podejściu procesowym opiera się koncepcja zarządzania procesami biznesowymi BPM (*Business Process Management*), obejmująca definiowanie istniejących i docelowych procesów, w tym wprowadzanie dobrych praktyk poprzez zapożyczanie referencyjnych (wzorcowych) procesów. Tak więc BPM to nie tylko modelowanie procesów, lecz także ich szczegółowe dokumentowanie i analiza. Dąży się do osiągnięcia maksymalnej mierzalności procesów w celu pogłębionej ich analizy oraz pomiaru wydajności i w dalszej kolejności – ich ewaluacji i optymalizacji.

Konsekwencją podejścia procesowego w zarządzaniu jest analiza procesowa wykorzystywana do oceny jakości funkcjonowania organizacji. Po opisie wzorcowych przebiegów procesów wraz z miarami ich oceny tworzy się księgi jakości procesów w celu uzyskania certyfikacji organizacji przez niezależne jednostki certyfikujące. Powszechna tendencja dążenia do uzyskania certyfikatów zgodności z normami ISO 9001 jest obecnie istotną przesłanką popularyzacji modelowania procesów biznesowych.

Kolejną przesłanką popularyzacji podejścia procesowego od kilku lat jest wykorzystywanie systemów przepływu pracy (*workflow*). Pod tym pojęciem należy

¹ M. Hammer, J. Champy, *Reengineering the Corporation. A Manifesto for Business Revolution*, Harper Business, New York 1993.

² T.H. Davenport, *Process Innovation, Re-engineering Work through Information Technology*, Harvard Business School Press, Boston 1993.

³ M. Hammer, J. Champy, *op. cit.*

⁴ J. Lichtarski, *O relacji pomiędzy podejściem funkcjonalnym i procesowym w zarządzaniu*, w: *Podejście procesowe w zarządzaniu*, red. M. Romanowska, M. Trocki, t. 1, SGH, Warszawa 2004.