

PRACE NAUKOWE

Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu

RESEARCH PAPERS

of Wrocław University of Economics

217

Współczesne przeobrażenia procesów zarządczych przedsiębiorstwa



pod redakcją

Jana Skalika

Adeli Barabasz



Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu
Wrocław 2011

Recenzenci: Grażyna Bartkowiak, Małgorzata Bednarczyk, Małgorzata Czerska,
Halina Czubasiewicz, Piotr Grajewski, Barbara Kozuch,
Agnieszka Sopińska, Janina Stankiewicz, Andrzej Szplit,
Kazimierz Zimmiewicz

Redaktor Wydawnictwa: Barbara Majewska

Redaktor techniczny: Barbara Łopusiewicz

Korektor: Dorota Pitulec

Łamanie: Adam Dębski

Projekt okładki: Beata Dębska

Publikacja jest dostępna na stronie www.ibuk.pl

Streszczenia publikowanych artykułów są dostępne w międzynarodowej bazie danych
The Central European Journal of Social Sciences and Humanities <http://cejsh.icm.edu.pl>
oraz w The Central and Eastern European Online Library www.ceeol.com,
a także w adnotowanej bibliografii zagadnień ekonomicznych BazEkon
http://kangur.uek.krakow.pl/bazy_ae/bazekon/nowy/index.php

Informacje o naborze artykułów i zasadach recenzowania znajdują się
na stronie internetowej Wydawnictwa
www.wydawnictwo.ue.wroc.pl

Kopiowanie i powielanie w jakiegokolwiek formie
wymaga pisemnej zgody Wydawcy

© Copyright Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu
Wrocław 2011

ISSN 1899-3192

ISBN 978-83-7695-115-7

Wersja pierwotna: publikacja drukowana

Druk: Drukarnia TOTEM

Spis treści

Wstęp	9
Anna Adamik: Od kooperacji do kooperencji – przełamywanie barier w zakresie procesów zarządzania zaufaniem w relacjach biznesowych.....	11
Zbigniew Antczak: Wirtualność i organizacja wirtualna (rozważania deskryptywno-epistemologiczne).....	21
Agata Austen: Teoria sieci i teoria rozwoju w zarządzaniu organizacjami świadczącymi usługi publiczne.....	29
Jarema Batorski: Zarządzanie w sytuacji kryzysowej przedsiębiorstwa turystycznego jako organizacyjne uczenie się.....	38
Agnieszka Bieńkowska, Zygmunt Kral, Anna Zabłocka-Kluczka: Zagadnienie rozwoju organizacji a controlling.....	45
Iwona Chomiak-Orsa, Michał Flieger: Determinanty rozwoju procesów zorientowanych na klienta w gminie. Studium przypadku.....	54
Agnieszka Chrisidu-Budnik: Zaufanie i wiarygodność w sieciach międzyorganizacyjnych.....	63
Janusz Czekaj: Z doświadczeń projektowania zmian w systemie taryfowym przedsiębiorstwa.....	77
Marcin Galuszka: Od zarządzania procesowego do X-Engineeringu – transformacja przedsiębiorstw w kierunku sieciowości procesów.....	85
Dorota Jelonek, Iwona Chomiak-Orsa: Nadmiar informacji. Próba identyfikacji problemu w małych i średnich przedsiębiorstwach.....	94
Sylwester Marek Kania: Najpierw żal po stracie, a dopiero później zmiana – czyli kiedy jest możliwa zmiana w organizacji.....	102
Piotr Karwacki: Czynniki ograniczające efektywność controllingu w przedsiębiorstwie.....	110
Małgorzata Kołodziejczak: Organizacja konwencjonalna <i>versus</i> ewoluująca – przeszkody i bariery.....	120
Marcin Komańda: Koncepcja <i>sustainable enterprise</i> jako podstawa nadzoru korporacyjnego.....	127
Elżbieta Kowalczyk: Wykorzystanie komunikacji jako narzędzia zarządczego w zmieniających się organizacjach.....	134
Janusz Kraśniak: Rozwój struktur organizacyjnych przedsiębiorstw funkcjonujących na rynkach międzynarodowych.....	144
Rafał Krupski: Turbulencja otoczenia w badaniach empirycznych.....	152
Grzegorz Krzos: Wirtualna specyfika zarządzania projektami europejskimi.....	166
Krystyna Leszczewska: Zachowania przedsiębiorstw sektora MSP w warunkach spowolnienia gospodarczego w Polsce.....	171

Tomasz Malkus: Kierunki usprawniania współpracy w outsourcingu personalnym	178
Bogdan Nogalski, Sebastian Klisz: Ewolucja i kierunki restrukturyzacji modelu zarządzania państwowymi zasobami leśnymi o charakterze narodowym.....	186
Jacek Obrzud, Dariusz Sala: Kierunki zmian inteligentnych systemów wytwórczych.....	200
Katarzyna Piwowar-Sulej: Problemy społeczne jako czynnik ryzyka w organizacji „zarządzanej przez projekty”.....	210
Alicja Smolbik-Jęczmień: Nowy sposób myślenia o karierze zawodowej warunkiem sukcesu.....	219
Janina Stankiewicz: Zespoły jako ważny element organizacji sprzyjający jej rozwojowi	228
Katarzyna Szelałowska-Rudzka: Partycypacja pracowników jako sposób minimalizowania oporu ludzi przed zmianami organizacyjnymi – komunikat z badań.....	237
Anna Wójcik-Karpacz: Międzyorganizacyjny efekt synergiczny jako kryterium oceny układu outsourcingowego.....	246
Joanna Żukowska: Kształtowanie potencjału rozwojowego pracowników przedsiębiorstw	255

Summaries

Anna Adamik: From cooperation to cooptation – breaking the barriers in the processes of trust in business relationships management.....	20
Zbigniew Antczak: Virtuality and virtual organization (descriptive-epistemological consideration).....	28
Agata Austen: Theory of networks and theory of growth in the management of public service organizations.....	37
Jarema Batorski: Management in crisis of a tourist enterprise as organizational learning.....	44
Agnieszka Bieñkowska, Zygmunt Kral, Anna Zabłocka-Kluczka: The issue of organization development and controlling	53
Iwona Chomiak-Orsa, Michał Flieger: Determinants of client oriented processes in local governments. Case study.....	62
Agnieszka Chrisidu-Budnik: Trust and credibility in interorganizational networks.....	76
Janusz Czekaj: From the experience of projection of the changes within tariff system in an enterprise	84
Marcin Gałuszka: From process management to X-Engineering. Transformation of enterprises towards process networking	93

Dorota Jelonek, Iwona Chomiak: Information overload. The trial of problem identification in small and medium enterprises	101
Sylwester Marek Kania: Grief at the loss comes first and the change occurs afterwards i.e. when the organizational change is possible.....	109
Piotr Karwacki: Factors limiting the effectiveness of controlling in an enterprise	119
Malgorzata Kołodziejczak: Conventional versus evolving organization – obstacles and barriers	126
Marcin Komańda: The concept of sustainable enterprise as a conceptual framework of corporate governance.....	133
Elżbieta Kowalczyk: The use of communication as a managerial tool in changing organizations.....	143
Janusz Kraśniak: Organizational structure development of enterprises operating at international markets	151
Rafał Krupski: Environment turbulence in empirical research	160
Grzegorz Krzos: Virtual specificity of European projects management	170
Krystyna Leszczewska: Behaviour of SME sector in terms of the economic slowdown in Poland	177
Tomasz Malkus: Approaches in improvement of cooperation of HR outsourcing	185
Bogdan Nogalski, Sebastian Klisz: Restructuring of the state national forest management model	199
Jacek Obrzud, Dariusz Sala: Directions of changes of intelligent manufacturing systems.....	209
Katarzyna Piwowar-Sulej: Social problems as a personnel risk factor in project-oriented organizations.....	218
Alicja Smolbik-Jęczmień: A new way of thinking about professional careers condition for success.....	227
Janina Stankiewicz: Teams as an important element of the organization which contributes to its development	236
Katarzyna Szelałowska-Rudzka: Employees participation as a method of reduction of human resistance to organizational changes – research report....	245
Anna Wójcik-Karpacz: Inter-organizational synergistic effect as a criterion for outsourcing systems assessment.....	254
Joanna Żukowska: Creation of development potential of enterprises employees	264

Jacek Obrzud

Dariusz Sala

AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

KIERUNKI ZMIAN INTELIGENTNYCH SYSTEMÓW WYTWÓRCZYCH

Streszczenie: Globalizacja rynków, turbulentne zachowanie otoczenia, wzrost konkurencji firm, krótsze cykle życia wyrobów i wiele innych zjawisk zachodzących w gospodarce zmusza przedsiębiorstwa do ciągłego doskonalenia metod zarządzania. W niniejszym artykule zostanie podjęta próba zaprezentowania nowych tendencji w organizacji i zarządzaniu systemami wytwórczymi ze szczególnym uwzględnieniem wykorzystania systemów wieloagentowych. Rezultatem nowego podejścia do organizacji systemów wytwarzania jest pojawienie się nowych modeli organizacji tych systemów, takich jak: bioniczne systemy produkcyjne (*Bionic Manufakturin System*), holoniczne systemy produkcyjne (*Holonic Manufacturing System*), fabryki fraktalne (*Fraktal Manufacturing System*).

Słowa kluczowe: systemy produkcyjne, holoniczne systemy produkcyjne, systemy wieloagentowe.

1. Wstęp

Można przyjąć, że obecnie najbardziej pewne jest to, że wszystko się zmienia. Nieustanność zmian to powszechnie przyjęta prawda. Turbulentne otoczenie stawia przedsiębiorstwom coraz większe wymagania. Potrzeba dostosowywania się do dynamicznych zmian, jakie zachodzą w otoczeniu, powoduje konieczność odejścia od hierarchicznego oraz scentralizowanego systemu organizacji i zarządzania produkcją. W nadchodzącej przyszłości nastąpi rozwój, który zmieni scenę produkcyjną. Istniejące organizacje zostaną zastąpione przez bardziej innowacyjne, organiczne struktury, mogące oferować bardzo wysoką operacyjną i strukturalną elastyczność.

Wraz z rozwojem procesów wytwórczych poszukiwane są rozwiązania, które pozwolą zwiększyć ich szybkość, elastyczność oraz efektywność. Na rozwój technik, których zadaniem jest usprawnienie procesów wytwarzania, zasadniczy wpływ ma otoczenie, w jakim funkcjonują przedsiębiorstwa. Otoczenie to ulega coraz szybszym zmianom, które mają charakter nieuporządkowany, chaotyczny, wielokierunkowy i wielopoziomowy. Zmusza to przedsiębiorstwa do poszukiwania i stosowa-

nia metod, które pozwolą sprostać tym zmiennym wymaganiom rynku. Niezbędne stają się: elastyczność asortymentowa i ilościowa, skrócenie cyklu produkcyjnego, skrócenie cyklu opracowania i wdrażania nowych produktów, obniżenie kosztów, poprawa jakości, produktywności i szeroko rozumianej efektywności działania. Kształtowane pod ich wpływem metody pozwalają przedsiębiorstwom wypełniać paradygmaty zarządzania, które również ulegają zmianom wraz z upływem czasu. W związku z tym podejmowane są próby tworzenia nowych form organizacji produkcji, do których zaliczyć można holoniczne systemy produkcyjne (*Holonic Manufacturing System*).

2. Sformułowanie problemu

Przy modelowaniu struktury holonicznej należy skupić się na zbadaniu projektu i planowaniu produkcji, cały czas mając na uwadze fakt, że system obsługi materiałów jest integralną częścią szerszego systemu produkcji. Przykładowo, proces zmienności czasu wpływa na harmonogram przewozu przyrządów do obsługi materiałów, które służą maszynom i muszą być uwzględnione podczas negocjacji między maszyną i agentami obróbki materiałów. Jednostki (np. części) i zasoby (np. przyrządy do obsługi materiałów bądź maszyny) są modelowane jako holony za pomocą inteligentnych agentów tak, by współdziałały, aby osiągnąć zarówno cele indywidualne, jak i te zorientowane na komórki i system. Ustalanie harmonogramów i inne decyzje podejmowane są dynamicznie i w czasie rzeczywistym na podstawie danych dostępnych w momencie podejmowania decyzji. Dzięki czasowemu podejmowaniu decyzji i kontroli przepływu materiałów produkcja może stale rosnąć. W tym miejscu można przedstawić bardziej szczegółowe związki między holonicznym systemem wytwarzania (HMS) a systemy wieloagentowym (MAS). W obu przypadkach mamy bowiem do czynienia ze strategiami, których podstawą są inteligentne obiekty kooperujące ze sobą dla osiągnięcia określonych z góry celów z uwzględnieniem zmiennego otoczenia. Systemy wieloagentowe (MAS) można najlepiej scharakteryzować jako technologie oprogramowania, która są w stanie modelować i implementować indywidualne społeczne zachowania. Z jednej strony badają pojęcia autonomii, reaktywności i ukierunkowanego rozumowania w celu zamodelowania indywidualnego zachowania. Z drugiej zaś badają aspekty współpracy, koordynacji, negocjacji, tworzenia koalicji, przypisywania ról i samoorganizacji w celu stworzenia zachowań społecznych.

Reasumując, technologie agentowe są konstrukcją przede wszystkim software'ową, niemniej jednak efekty ich działań są przyporządkowane obiektom ze świata rzeczywistego. W przeciwieństwie do HMS produkcja zorientowana agentowo nie jest polem badań z jedną wizją. Jest to raczej zbiór, który zmierza do poprawy kontroli istniejącej infrastruktury produkcyjnej za pomocą technik zorientowanych agentowo. Z kolei holoniczny system wytwarzania HMS to jednostki integrujące bezpośrednio świat fizyczny i informacyjny, czyli realny i wirtualny. Holon obej-

muje również mechanikę samego procesu wytwórczego. Zatem można stwierdzić, że holon integruje fizyczny i informacyjny wymiar systemu wytwórczego.

Teorie agentów i ich aplikacje pojawiły się w wielu dyscyplinach naukowych i inżynierskich. Złożoność i autonomia agentów polega na tym, że: adaptują się do zmian i zakłóceń, wykazują inteligencję. Agenci (*agents*) i podobne koncepcje są przyjmowane w procesie produkcji, ponieważ pomagają uświadomić ważne własności, jak autonomia, odpowiedzialność, wytwarzanie i otwartość. Agenci mogą być zaprojektowani do pracy z niepewną lub niekompletną informacją i wiedzą. W związku z tym wiele zadań związanych z wytwarzaniem, od projektowania inżynierskiego do wspierania łańcuchu zarządzania – może być prowadzonych przez agentów, zadania małe i duże, proste i skomplikowane, które nie są w stanie komunikować się i współpracować ze sobą.

3. Zastosowanie technologii agentowych w systemach wytwórczych

W systemach produkcyjnych rozwój technologii informacyjnej doprowadził do stworzenia zintegrowanego systemu produkcyjnego. Mimo wszystkich swoich zalet integracja doprowadziła do sztywnych hierarchicznych architektur kontroli, których strukturalna złożoność rośnie szybko wraz z rozmiarem i zakresem systemów. Staje się jasne, że wzrastająca niestabilność warunków rynkowych jest nie na rękę tym sztywnym, hierarchicznym strukturom. Prawie niemożliwe jest, aby mieć przygotowane z pewnym wyprzedzeniem odpowiedzi na gwałtowne zmiany. Teoria systemów produkcyjnych jeszcze do niedawna sugerowała ostrożność i raczej pesymistyczne ustalanie zasad dla systemu produkcyjnego narażonego na zewnętrzne i wewnętrzne wahania [Hatvany 1985, s. 101-104]. Zasady te mówią, że lepiej jest rozpoznać niewiedzę niż zakładać wiedzę, lepiej jest odnosić się do przyszłości jako czegoś nieprzewidywalnego niż być przygotowanym na oczekiwane zdarzenia. Wynika z tego, że systemy produkcyjne powinny być zorganizowane jako luźno połączona sieć komunikujących i współpracujących komponentów lub agentów. Kolejną cechą wyłaniającą się w procesach produkcyjnych jest wzrastająca złożoność.

We wczesnych latach 90. pojęcie agentów pojawiło się równocześnie w informacyjnych i komunikacyjnych technologiach. Dynamiczny rozwój technologii agentowych związany jest z rosnącym zainteresowaniem zdecentralizowanymi systemami wytwarzania, a zwłaszcza z problematyką rozproszonej sztucznej inteligencji DAI (*Distributed Artificial Intelligence*). Do tej pory nie udało się jednoznacznie zdefiniować pojęcia agent. Wooldridge i Jennings dokonali specyfikacji charakterystycznych cech agenta. Są to [Jennings 2001, s. 35-41]:

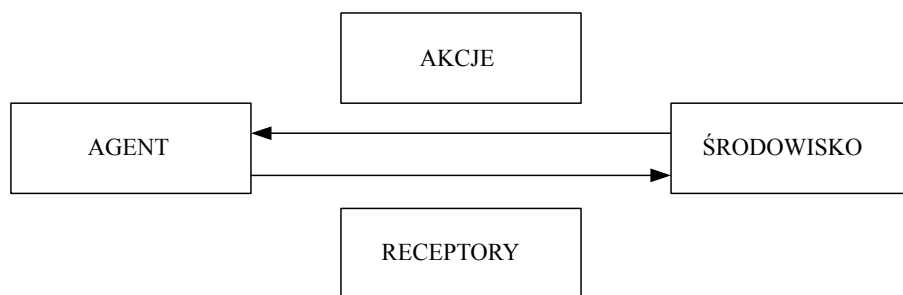
- autonomia – oznaczająca, że agent może działać samodzielnie bez udziału człowieka oraz innych agentów, a także ma zdolność kontrolowania swoich działań i swojego stanu,

- zdolność do zachowań społecznych – oznaczająca możliwość współdziałania z innymi agentami, w tym także z ludźmi, zdolność do samoorganizacji, łączenia się w grupy itp.,
- reaktywność – oznaczająca postrzeganie zmian zachodzących w otaczającym agenta środowisku i reagowanie w odpowiednim czasie na te zmiany,
- proaktywność – oznaczająca nie tylko reagowanie na zmiany zachodzące w otaczającym środowisku, ale i podejmowanie inicjatywy w celu ich dokonania.

Obecnie coraz bardziej skłonni jesteśmy do przyjęcia generalnego konsensusu na temat dwóch głównych abstrakcji:

- agent jest systemem obliczeniowym usytuowanym w dynamicznym środowisku i jest zdolny do pokazania autonomicznego i inteligentnego zachowania,
- agent może mieć środowisko, które zawiera innych agentów. Wspólnota wpływających na siebie agentów, jako całość, tworzy i operuje wieloagentowy system.

Agent obsługuje środowisko, z którego jest wyraźnie odseparowany (rys. 1). Stąd agent tworzy obserwacje na temat środowiska, ma swoją własną wiedzę i wierzenia na temat środowiska, ma upodobania dotyczące stanu środowiska i w końcu inicjuje i przeprowadza akcje, żeby zmienić środowisko. Agenci obsługują zazwyczaj środowisko, które jest tylko częściowo znane, możliwe do obserwacji i przewidywalne. Autonomiczni agenci mają szansę i możliwość podjęcia decyzji samodzielnie. Racjonalni agenci zachowują się w sposób najbardziej odpowiedni do sytuacji i robią wszystko, co mogą zrobić dla siebie. Stąd maksymalizują oczekiwaną użyteczność, osiągając własne lokalne cele i wiedzę. Racjonalność może być związana z obliczeniową złożonością problemu decyzyjnego lub ograniczeniem źródeł obliczeniowych, lub też z obydwojema naraz. Agent optymalizujący zadania, ale ograniczający środki, to ograniczony racjonalnie agent (*bounded rational agent*).



Rys. 1. Agent i jego środowisko

Źródło: opracowanie własne.

Najistotniejsze właściwości agentów obliczeniowych to:

- Agenci działają w imieniu ich twórców lub użytkowników, reprezentują ich w dążeniu do osiągnięcia danego celu.
- Agenci są autonomiczni w takim sensie, że mogą kontrolować zarówno wewnętrzną stan, jak i zachowanie w środowisku.
- Agenci pokazują pewnego rodzaju inteligencję poprzez składanie stałych zasad do racjonalnych, planowych i uczących zdolności.
- Agenci oddziałują ze środowiskiem i we wspólnocie z innymi agentami.
- Agenci są idealnie adaptacyjni, np. zdolni do przystosowania swojego zachowania do zmian w środowisku bez interwencji ich twórcy.

Kolejne właściwości agentów, charakterystyczne w niektórych dziedzinach i aplikacjach, to mobilność (kiedy agent może się przetransportować do innego środowiska, aby osiągnąć sterowane źródła lub aby spotkać innych agentów), autentyczność (kiedy nie fałszuje swojej tożsamości), transparentność i wiarygodność lub solidność (kiedy nie podaje fałszywych informacji). Nawet jeśli pokazują tylko niektóre z tych właściwości, agenci zmiękczejają kilka silnych założeń klasycznej inteligencji komputerowej: zazwyczaj mają niekompletną i niezgodną wiedzę, tak samo jak ograniczone możliwości i źródła.

Systemy wieloagentowe (*Multi-Agent System*) są idealnym modelem do reprezentowania problemów dających się rozwiązać za pomocą wielu alternatywnych metod, które można widzieć z wielu różnych perspektyw. Niewątpliwą zaletą jest możliwość realizacji rozproszonej i współbieżnej, natomiast wadą – skomplikowanie interakcji pomiędzy poszczególnymi działającymi w środowisku encjami. Typowe przykłady interakcji to:

- 1) kooperacja – współdziałanie w celu osiągnięcia wspólnego celu,
- 2) koordynacja – organizacja współpracy przy rozwiązywaniu problemów, tak aby uniknąć zbędnych konfliktów, a równocześnie wykorzystać wszelkie potencjalne możliwości współdziałania,
- 3) negocjacja – próba osiągnięcia porozumienia akceptowalnego przez wszystkich zainteresowanych.

Cechy charakterystyczne systemu wieloagentowego to:

- brak scentralizowanego sterowania,
- decentralizacja danych,
- asynchroniczność działania,
- niekompletność informacji lub brak możliwości potrzebnych do rozwiązania problemu.

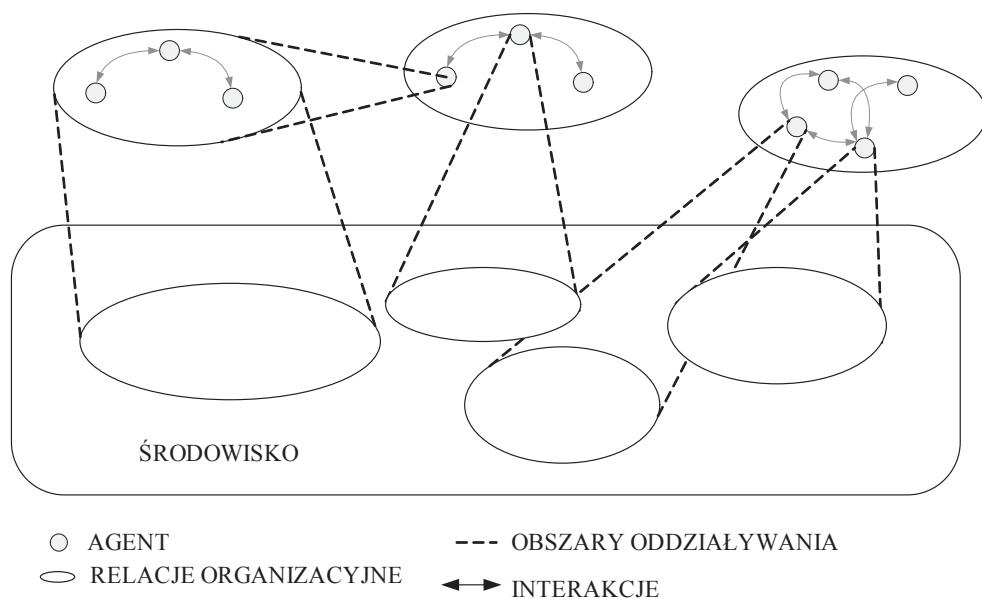
Korzyści płynące z prezentowanego podejścia są następujące:

- zapewnienie odporności i efektywności działania systemu,
- współpraca z już istniejącymi systemami,
- możliwość rozwiązywania problemów, w których dane są rozproszone.

System wieloagentowy (MAS) jest utworzony poprzez sieci agentów obliczeniowych, które oddziałują ze sobą i zazwyczaj się ze sobą komunikują. Agenci mogą

mieć tylko częściowy model środowiska: mogą posiadać ograniczony zestaw środków do nabywania i integrowania nowej wiedzy wewnątrz swoich modeli i do skierowania systemu w stronę swoich własnych celów. Wiedza o dwóch agentach odnosi się do tych samych rzeczy, ale niekoniecznie jest proporcjonalna i może mieć różnych reprezentantów. MAS jest umiejscowiony wewnątrz i oddziałuje ze swoim środowiskiem, co jest trudne do przedstawienia poprzez formalne środki.

W systemach multiagentowych decyzje i działania różnych agentów niekoniecznie oddziałują ze sobą. Jednak tylko w przypadku interakcji system multiagentowy może okazjonalnie rozwiązać problem, który przekracza kompetencje indywidualnych agentów. We wspólnocie agent musi koordynować swoje działania wraz z pozostałymi agentami. Modele koordynacji zapewniają zarówno kanały oraz zasady zarządzania interakcji, jak i zależności agentów. Koordynacja wymaga pewnego uregulowanego przepływu informacji pomiędzy agentami a otaczającym środowiskiem – innymi słowy – komunikacji. Trzeba wziąć pod uwagę, że w koordynacji MAS możliwa jest zarówno pośrednia komunikacja poprzez środowisko, jak i bezpośrednia wymiana informacji pomiędzy wybranymi agentami. W każdym przypadku komunikacja potrzebuje pewnego języka ze składnią i semantyką, przynajmniej częściowo znanego poszczególnym agentom.



Rys. 2. Ogólna sfera systemu multiagentowego

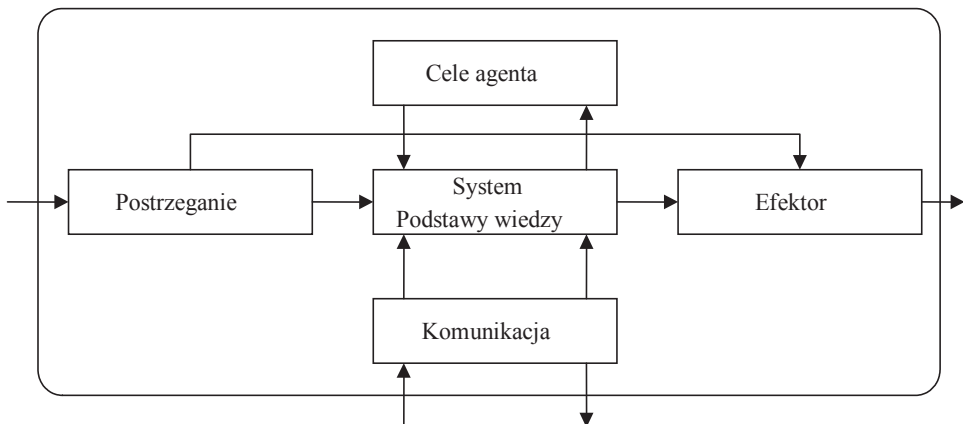
Źródło: opracowanie własne na podstawie: [Jennings 2001, s. 35-41].

Współpraca oznacza wykonywanie wspólnych czynności, co umożliwia osiągnięcie pewnych wspólnych celów. Na przykład w uporządkowanej dziedzinie ma-

szyn agenci mogą zgodzić się na przeprowadzenie pewnych zadań w celu skompletowania zamówienia w danym im czasie. Wspólne cele (kompletowanie zamówienia) mogą być osiągnięte tylko wtedy, gdy wszyscy agenci powierzą sobie do wykonania zadania, na które się wcześniej zgodzili. Generalnie, napotykanie zadania wysokiego stopnia i satysfakcjonowanie ograniczeń szerokiego systemu wymaga współpracy w systemie multiagentowym (gdzie agenci są skupieni na sobie i autonomiczni). Ogólne operacje przeprowadzane przez system multiagentowy wpływają na organizację, która jest narzucana przez indywidualnych agentów. Nawet jeśli nie będzie globalnej kontroli lub scentralizowanych danych, pewne zasady organizacyjne zawsze istnieją. Organizacja determinuje sferę aktywności agentów, podobnie jak ich potencjalne interakcje. Przedstawia to rysunek 2.

Zróznicowane modele organizacji systemów multiagentowych, takie jak drużyny, koalicje, rynki, zarówno hierarchiczne, jak i heterarchiczne (zawierające holonicznych agentów) budownictwo zapewniają różne sposoby osiągnięcia żądań zaprojektowanych przez szeroki system i ułatwiają ujawnienie się upragnionych własności systemów multiagentowych.

Podsumowując, agenci są indywidualnymi jednostkami rozwiązującymi problemy z pewnymi umiejętnościami zbierania danych i działania w swoim środowisku poprzez podejmowanie samodzielnych decyzji oraz komunikowanie z innymi agentami. Zależnie od aktualnych problemów i dostępnej technologii agenci mogą składać różne działania w celu rozwiązania problemów, zarówno poszukiwanie, znalezienie powodu, planowanie i uczenie się. Model pojęciowej struktury agenta przedstawia rysunek 3.



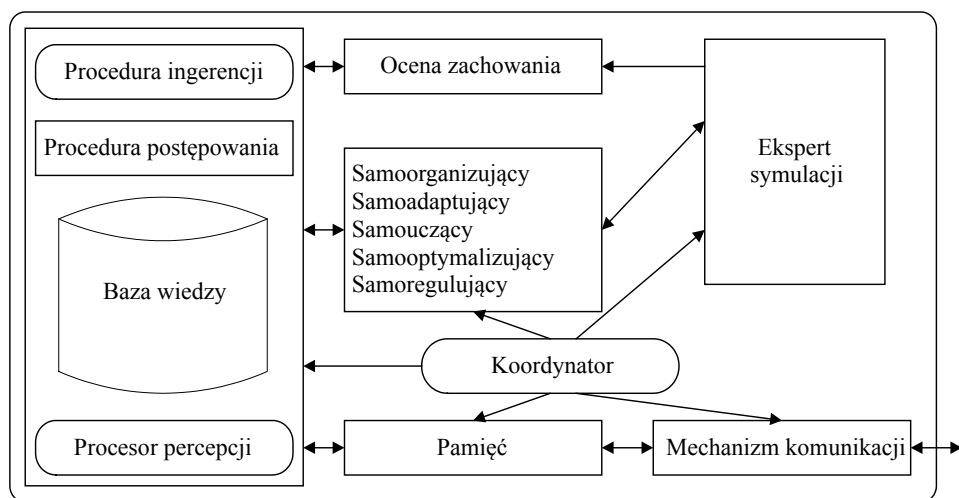
Rys. 3. Model pojęciowy struktury agenta

Źródło: opracowanie własne.

Należy zwrócić uwagę na kwestię terminologiczną. Biorąc pod uwagę technologie informacyjne, z których wywodzi się pojęcie agent, można przyjąć, że jest on

bytem programowym. W wielu zastosowaniach praktycznych (w tym w systemach wytwarzania) pojęcie to jest jednak interpretowane szerzej. Agent składa się z dwóch części: informacyjnej (logicznej), postrzeganej, jako zlecenie, zadanie i sprzętowej (fizycznej), reprezentowanej przez maszynę, stację montażową, magazyn itp.

Biorąc pod uwagę zastosowania technologii agentowych najistotniejsze znaczenie mają tzw. systemy wieloagentowe MAS (*Multi-Agent Systems*). Jest to technologia tworzenia oprogramowania, które umożliwia modelowanie oraz implementację indywidualnego i społecznego zachowania w systemach wytwarzania. Z jednej strony używa się bowiem takich pojęć jak autonomia, reaktywność czy rozumowanie ukierunkowane na działanie, które są związane z modelowaniem i implementacją indywidualnego zachowania agentów, a z drugiej stosuje się pojęcia takie, jak: współdziałanie, koordynacja, negocjacja, formowanie koalicji, samoorganizacja, które są związane z zachowaniami społecznymi zbioru agentów. Na rysunku 4 zaprezentowany jest model systemu wytwarzania w oparciu o MAS.



Rys. 4. Model pojęciowy systemu wytwarzania w oparciu o MAS

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Sohlenius, Kjellberg 1986, s. 429].

Duże znaczenie praktyczne rozważanej problematyki spowodowało zainteresowanie standaryzacją architektury systemów wieloagentowych. Pomimo że prace prowadzone są od wielu lat przez znane organizacje, m.in. Foundation for Intelligent Physical Agents FIPA i Object Management Group OMG, nie udało się dotychczas opracować jednolitego, powszechnie akceptowanego standardu w zakresie systemów wieloagentowych. Pierwsze próby wykorzystania technologii wieloagentowych w systemach produkcyjnych realizowane były przez Parunaka [Duffie 1990, s. 169.] już w drugiej połowie lat osiemdziesiątych minionego stulecia. Dopiero jednak na przełomie wieków zaczęły pojawiać się znaczące implementacje technologii

MAS do budowy zdecentralizowanych systemów wytwarzania. Przykładem może być system YAMS (*Yet Another Manufacturing System*), stworzony do zarządzania elastycznymi systemami produkcyjnymi. Głównym celem tego systemu jest efektywne zarządzanie systemem produkcyjnym z wykorzystaniem mechanizmów negocjacji interagentowych i rozproszonego rozwiązywania zadań [Shen, Norrie 1999, s.146].

Inny argument przemawiający za technologiami agentowymi oparty jest na obserwacji, że systemy agentowe składać się mają z inteligentnych i posiadających zdolność uczenia się elementów. W dodatku elementy te będą w stanie komunikować się ze sobą, a więc wymieniać doświadczenia i dzięki temu w dodatkowy sposób wspomagać ewolucję systemu mającą na celu dostosowanie do środowiska. Stąd to właśnie systemy agentowe stanowią najlepszą możliwą platformę do budowy inteligentnych systemów adaptacyjnych.

4. Podsumowanie

Chociaż idea systemów agentowych pojawiła się prawie trzy dekady temu, to problematyka ta wciąż jest inspiracją dla wielu badaczy. Systemy multiagentowe są niezwykle dynamicznie rozwijającym się obszarem badawczym. Jedną z podstawowych cech systemów multiagentowych jest zdolność do działania w rozproszonym i zmiennym środowisku, a w takim właśnie funkcjonują systemy produkcyjne. Wynika stąd, że technologie agentowe należy stosować w wspomaganiu działalności systemów i organizacji, które charakteryzują się znacznym rozproszeniem geograficznym (organizacje wirtualne). Należy jednak pamiętać, iż systemy agentowe stanowią wysoce złożone zagadnienie, które wymaga głębokiego rozpoznania i rozwiązania szeregu problemów na różnych poziomach. Przedstawione w artykule ujęcie systemu wieloagentowego jest tylko fragmentem całego spektrum koncepcji, jakie wiążą się z tą ciągle rozwijającą się dziedziną.

Literatura

- Duffie N., *Synthesis of heterarchical manufacturing systems*, „Computers in Industry” 1990, 14, s. 169.
- Hatvany J., *Intelligence and cooperation in heterarchic manufacturing systems*, „Robotics and Computer-Integrated Manufacturing” 1985, 2/2, s. 101-104.
- Jennings N.R., *An agent-based approach or building complex software systems*, „Communications of the ACM” 2001, 44/4, s. 35-41.
- Okino N., *Bionic Manufacturing Systems – Modelon Based Approach*, Proceedings of the CAM-I 18th Annual International Conference, New Orleans, Louisiana, Oct. 1989 (Computer Sided Manufacturing – International, Inc.), s. 485-492.

- Okino N., *Bionical Manufacturing Systems*, [w:] T. Sata (red.), *Organisation of Engineering Knowledge for Product Modelling in Computer Integrated Manufacture*, Elsevier, Netherlands, Amsterdam 1989, s. 75.
- Seidel D., Mey M., *IMS – Holonic Manufacturing Systems: Glossary of Terms*, [w:] D. Seidel, M. Mey (red.), *IMS – Holonic Manufacturing Systems: Strategies*, IFW, University of Hannover, Hannover 1994, Vol. 1.
- Shen W., Norrie D.H., Agent-based systems for intelligent manufacturing: A state-of-the-art survey, „Knowledge and Information Systems” 1999, 1/2, s. 146.
- Sohlenius G., Kjellberg T., *Artificial intelligence and its potential use in the manufacturing system*, „Annals of the CIRP” 1986, 35/2, s. 429.
- Warnecke H.J., *The Fractal Company*, Springer-Verlag, Berlin 1993.
- Zawadzka L., Badurek J., *Holonowe systemy produkcyjne. Inżynieria zarządzania przedsiębiorstwami*, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 2003.

DIRECTIONS OF CHANGES OF INTELLIGENT MANUFACTURING SYSTEMS

Summary: Globalization of markets, turbulent environmental changes, competitive growth, short product life cycle and a lot of other economic conditions make companies continuously improve management methods. This paper presents new trends in manufacturing systems organization and management considering multi-agent systems utilization. New approach for organization manufacturing systems caused to appear such manufacturing systems concepts, as Bionic Manufacturing Systems, Holonic Manufacturing Systems, Fractal Manufacturing Systems.

Keywords: production systems, holonic manufacturing systems, multi-agent systems.