

# KONCEPCJA SYSTEMU AGENTOWEGO WSPOMAGAJĄCEGO PRZEPIY W INFORMACJI W DZIALE PLANOWANIA

Ewa DOSTATNI, Justyna ZIELIŃSKA

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono metodę do wspomaganie zarządzania przepływem informacji w dziale planowania w przykładowym przedsiębiorstwie produkcyjnym, opartą o technologię agentową. W ramach opracowanej metody zostały zaprojektowane agenty, stanowiące autonomiczne jednostki przebywające w złożonym dynamicznym środowisku postrzegające go i wypełniające cele lub zadania, dla których zostały zaprojektowane. Dokonano krótkiej charakterystyki technologii agentowej. Zaprezentowano definicję agentów oraz wady i zalety stosowania teorii agentowej w obszarze wspomaganie działalności przedsiębiorstw. Na podstawie przeprowadzonej analizy przepływu informacji w dziale planowania wskazano wady dotychczasowego rozwiązania i zaproponowano metodę umożliwiającą wyeliminowanie dotychczasowych błędów.

**Słowa kluczowe:** zarządzanie przepływem informacji, technologia agentowa, zarządzanie przedsiębiorstwem, planowanie procesu produkcyjnego.

## 1. Wprowadzenie

Konkurencyjny rynek wymaga, aby wszelkie działania prowadzone w przedsiębiorstwie były coraz bardziej efektywne. Dotyczy to również działań związanych z przepływem informacji. Szybki rozwój technologii informatycznej i infrastruktury komunikacyjnej umożliwia wspomaganie tych działań. Oferowane na rynku rozwiązania informatyczne są w stanie nie tylko zoptymalizować część procesów biznesowych, ale także zmaksymalizować zyski i zminimalizować koszty przedsiębiorstwa. Coraz szerzej oferowane systemy wspierające zarządzanie przedsiębiorstwem, dzięki możliwości wizualizacji zbiorów danych, przekształcają istotne informacje w pożądaną wiedzę. Wiedza ta umożliwia dostosowanie działań firmy do potrzeb klientów oraz znormalizowanie strategii biznesowej. Należy zaznaczyć, iż informatyzacja procesów biznesowych jest nieunikniona. Współcześnie funkcjonujące przedsiębiorstwa mają świadomość tego, jak istotną rolę, w zarządzaniu, odgrywają systemy informatyczne. W systemach tych stosowane są nowe technologie informatyczne umożliwiające coraz lepsze dopasowanie systemów do wymagań przedsiębiorstw. Jednym z takich rozwiązań jest technologia agentowa.

## 2. Technologia agentowa

### 2.1. Istota technologii agentowej

Technologia agentowa jest stosunkowo nowym rozwiązaniem wspomagającym zarządzanie przedsiębiorstwem. Z upływem czasu i wzrastającym zakresem działalności przedsiębiorstw staje się ona coraz bardziej popularna [3, 5, 6, 7, 10, 12]. Technologii tej nie należy traktować w kategoriach nowej, samoistnej technologii, ponieważ stanowi ona zintegrowany zespół aplikacji wielu rozwiązań technologicznych [16].

Tendencje do decentralizacji ośrodków decyzyjnych i posługiwania się informacjami o charakterze rozproszonym wymusiły rozwój systemów, które w sposób zadawalający wspomagałyby ten typ działań. Idea tworzenia rozproszonych struktur informacyjno-decyzyjnych znalazła wyraz we wprowadzeniu pojęcia agenta, nazywanego również autonomicznym agentem (Autonomous Agent) lub aktywnym agentem (Active Agent), a w konsekwencji doprowadziły do powstania pojęcia systemu wieloagentowego (w uproszczeniu systemu agentowego) [4].

W ujęciu informatycznym, agent to aplikacja/program wykonywany zdalnie – lokalnie, na innym komputerze lub w sieci. Poniżej zostały przedstawione najbardziej charakterystyczne cechy agentów [1, 2, 11, 13, 17]:

- **obserwacja** – przez zdolność obserwacji (receptory) agent postrzega dynamiczne warunki środowiska, działa w celu zmiany tych warunków oraz wyznacza akcje do realizacji własnych zamierzeń,
- **autonomia** – agenty przebywają w złożonym dynamicznym środowisku, postrzegają go i działają w nim autonomicznie, wypełniając cele lub zadania, dla których zostały zaprojektowane; wykonują pewien zbiór operacji w imieniu użytkownika lub innego programu, w pewnym stopniu niezależnie lub autonomicznie, przy czym do tej działalności używają pewnej wiedzy reprezentującej cele lub zamierzenia użytkownika,
- **komunikacja** – agent komunikuje się z użytkownikiem, przejmuje zlecone od niego zadania, informuje o aktualnym statusie wykonywanych zadań oraz o ich zakończeniu. W tym celu agent korzysta ze specjalnych interfejsów lub języków komunikacji,
- **mobilność** – zdolność agenta do współpracy z innymi agentami, dynamiczne dostosowanie realizacji własnych zamierzeń do zmiennych warunków środowiska oraz w przypadku niektórych typów agentów zdolność przemieszczania się w sieci,
- **inteligencja** – agent interpretuje zdarzenia na podstawie, których podejmuje decyzje.

Spośród wszystkich wymienionych powyżej cech, dwie ostatnie, tj. mobilność i inteligencję uznaje się za podstawowe kryterium klasyfikacji agentów na dwie zasadnicze grupy: agenty mobilne i inteligentne. Mobilność agenta wymaga jego „lekkości” w sensie informatycznym. Jest to niezbędne, aby agent mógł swobodnie poruszać się w swoim środowisku lub wewnątrz sieci. Z kolei inteligencja agenta wiąże się z koniecznością rozbudowania programu (kodu) tak, aby był on zdolny do uczenia się i gromadzenia wiedzy [14, 16].

## 2.2. Wady i zalety technologii agentowej

Technologia agentowa jest ciągle rozwijającą się obszarem informatyki. Pomimo faktu, że jest ona stosunkowo nową technologią znalazła zarówno swoich zwolenników, jak i przeciwników. Przy rozważaniach możliwości wykorzystania takiego rozwiązania w przedsiębiorstwie, należy zwrócić przede wszystkim uwagę na zalety i wady technologii agentowej oraz ograniczenia jej stosowania.

Do zalet teorii agentów zalicza się to, iż wykorzystanie technologii agentowej nie ogranicza się jedynie do komputerów stacjonarnych. Aplikacje agentowe mogą być z powodzeniem wykorzystywane na urządzeniach mobilnych (np. tabletach, palmtopach). Jest to istotne chociażby z punktu widzenia rozproszenia informacyjnego współczesnych

przedsiębiorstw. Część działalności sprzedażowej firm odbywa się poza siedzibami biurowymi – przedstawiciele pracują na rynku w różnych miejscach. Dzięki wykorzystaniu technologii agentowej na urządzeniach mobilnych, pojawia się możliwość szybkiej wymiany informacji bez względu na miejsce pobytu. Urządzenia te mogą działać w trybie przyłączenia i odłączania ich od sieci. W momencie przyłączenia takiego urządzenia do sieci, agent zostaje wysłany do środowiska i uruchomiony. Kontynuuje on swoją pracę nawet wówczas, kiedy urządzenie zostanie odłączone od sieci. Rezultat swej pracy, agent wysyła dopiero wówczas, kiedy użytkownik podłączy się do sieci ponownie. Wówczas mogą być mu zlecane kolejne działania [16].

Kolejną istotną zaletą technologii agentowej jest inteligencja rozwiązania. Agenty programowe są istotami samouczącymi się, co więcej, poprzez wzajemną komunikację mogą wymieniać się doświadczeniami, rozbudowując tym samym swoją wiedzę. Wydaje się, że autonomiczne, uczące się programy są w stanie zapanować nad lawinowo rosnącą ilością danych w rozproszonych strukturach informacyjnych przedsiębiorstw [8].

Należy również zaznaczyć, iż technologia agentowa jest rozwiązaniem, które nie zawsze wymaga droższych i efektywnych kanałów transmisyjnych. Agenty są programami, które delegującemu użytkownikowi przesyłają jedynie ostateczny wynik swojej pracy. Zdobyta wiedza i doświadczenie jest autonomicznie gromadzone przez agenta i przetwarzane na serwerze [9].

Pomimo przytoczonych zalet, krytycy technologii agentowej podkreślają jej istotne wady, ograniczające możliwość stosowania bądź negujące jej istotność. Pierwszym ograniczeniem stosowania teorii agentów w działalności przedsiębiorstw jest fakt, iż pomimo, że technologia ta jest rozwijana od ponad dwudziestu lat, nie można wskazać dużych, komercyjnych i sprawdzonych rozwiązań agentowych. Krytycy podkreślają również, iż pomimo tylu lat badań i rozwoju, teoretycy nie są w stanie ustalić jednoznacznej definicji agenta programowego. W literaturze przedmiotu pojawia się zróżnicowana terminologia i szereg klasyfikacji agentów, opartych na subiektywnych odczuciach badaczy. Niewątpliwie wpływa to na popularność technologii agentowej oraz postrzeganie jej jako nie do końca kompleksowego rozwiązania [8].

W związku z tym, iż technologia agentowa jest rozwiązaniem stosunkowo nowym, integrującym szereg działań przedsiębiorstwa w warunkach rozproszenia informacyjno – decyzyjnego, jej stosowanie wymaga rozbudowanej infrastruktury technologicznej. Ogranicza to możliwość jej stosowania przez przedsiębiorstwa małe i średnie, dla których zwiększone inwestycje w zasoby informatyczne są zbyt kosztowne.

Krytycy technologii agentowej podkreślają również kwestię bezpieczeństwa agentów. Z jednej strony, autonomiczność i mobilność agentów postrzegana jest jako ich istotna zaleta i aspekt, który wyróżnia agenty na tle klasycznych programów komputerowych. Z drugiej jednak strony agent bez trudu może pełnić w systemie rolę intruza czy konia trojańskiego. Co więcej, agenty zawierające dane o delegującym go użytkowniku mogą stać się obiektem „ataku” innych programów, przez co informacje o właścicielu agenta mogą zostać przekazane osobom nieuprawnionym [8]. Aspekt bezpieczeństwa determinuje konieczność budowy systemu zabezpieczeń środowiska pracy agenta, co z kolei związane jest z wydatkami inwestycyjnymi [16]. Według niektórych źródeł istnieją również uzasadnione obawy, że w niedalekiej przyszłości możliwość uruchamiania agentów po stronie serwera będzie płatne.

W świetle przedstawionych powyżej zalet i wad technologii agentowej, ważne znaczenie, przy wyborze rozwiązania wspomagającego zarządzanie przedsiębiorstwem, ma istotność i opłacalność stosowania danego rozwiązania. Zastosowanie agentów

w zarządzaniu przedsiębiorstwem jest kosztowne i wymaga znacznych nakładów finansowych. Jednak przy obecnie narastającej ilości informacji wykorzystanie technologii agentowej umożliwi efektywne zarządzanie.

### **3. Charakterystyka przepływu informacji w procesie planowania produkcji**

Prezentowane w niniejszym artykule przedsiębiorstwo należy do dużego koncernu z branży spożywczej. Proces planowania produkcji odbywa się w przedsiębiorstwie w dwóch podstawowych etapach. Pierwszy etap planowania przeprowadzany jest w centrali opisywanego przedsiębiorstwa i polega na opracowaniu kompleksowego długoterminowego planu. Drugi etap planowania odbywa się natomiast w samym przedsiębiorstwie. Podmiotem odpowiedzialnym za drugi etap planowania jest Dział Planowania Głównego, składający się kolejno z trzech pododdziałów: Planowania, Zaopatrzenia i Rozwoju Produktu. W procesie planowania biorą również udział Dział Produkcji oraz Dział Gospodarki Magazynowej oraz pośrednio Dział Utrzymania Ruchu. Istnieje zatem konieczność ciągłej wymiany informacji pomiędzy centralą a przedsiębiorstwem oraz pomiędzy poszczególnymi działami w przedsiębiorstwie.

Punktem wyjścia do procesu planowania produkcji jest opracowany kompleksowy planu produkcji (Plan Główny – PG). PG zawiera ogólne informacje dotyczące zapotrzebowania na wyroby w danym miesiącu, miesiącu kolejno następującym, a także dalsze prognozy, które mają charakter jedynie informacyjny. Plan Główny stanowi podstawę do sformułowania planu krótkookresowego czyli głównego harmonogramu produkcji (GHP) opracowywanego w Dziale Planowania Głównego (w pododdziale Planowania). Dział Planowania Głównego jest również zobligowany do wysłania informacji do centrali o aktualnej zdolności produkcyjnej przedsiębiorstwa. GHP przekazywany jest następnie do Działu Zaopatrzenia. Dział ten odpowiedzialny jest przede wszystkim za dostępność materiałów niezbędnych do produkcji. W tym celu, o ile zachodzi taka potrzeba, negocjuje warunki współpracy i podpisuje określone umowy z dostawcami. Pracownicy Działu Zaopatrzenia muszą posiadać aktualne informacje nt. potencjalnych dostawców oraz cen oferowanych przez nich produktów. Zadaniem Działu Zaopatrzenia jest również bieżąca kontrola dostępności materiałów magazynowych. Dział Zaopatrzenia ściśle współpracuje z Działem Gospodarki Magazynowej, który odpowiedzialny jest za fizyczne przyjęcie zarówno materiałów do produkcji, jak i wyrobów finalnych. Pomiędzy działami przekazywane są informacje dotyczące aktualnych stanów magazynowych oraz informacje nt. zapotrzebowania na materiały do bieżącej produkcji.

W całym procesie planowania produkcji dużą rolę odgrywa Dział Rozwoju Produktu, który odpowiedzialny jest za wdrażanie do przedsiębiorstwa nowych produktów. Praca tego działu polega na kontaktowaniu się z centralą oraz z rynkami zagranicznymi i wspólne opracowywanie nowych projektów. Dział Rozwoju Produktu zobligowany jest do przekazania informacji do Działu Planowania nt. wszystkich planowanych do przeprowadzenia prób dotyczących nowych wyrobów i wymagających wykorzystania parku maszynowego przedsiębiorstwa. Szczegółowe terminy prób ustalane są wspólnie pomiędzy obydwoma działami.

W procesie planowania bierze również udział Dział Produkcji Półwyrobów. Dział ten odpowiada za właściwe przygotowanie odpowiednich półwyrobów produkowanych w przedsiębiorstwie. Pomiędzy Działem Planowania Głównego a Działem Produkcji Półwyrobów musi istnieć informacyjne sprzężenie zwrotne, które zapewni przygotowanie półwyrobów w odpowiednim czasie i odpowiedniej ilości. W gotowym planie produkcji

(tzn. takim dla którego potwierdzono dostępność materiałów) uwzględnia się również wyłączenia maszyn, czyli ewentualne konserwacje i próby techniczne. Informacje te Dział Planowania Głównego otrzymuje od Działu Utrzymania Ruchu.

Zatwierdzony harmonogram produkcyjny, uwzględniający wszystkie czynniki wpływające na plan produkcji, przekazywany jest drogą elektroniczną do wszystkich zainteresowanych działów [18].

Obecnie, w analizowanym przedsiębiorstwie, nie ma wdrożonego systemu, który wspomagałby przepływ informacji pomiędzy poszczególnymi działami przedsiębiorstwa oraz centralą. Podstawowymi narzędziami komunikacji są telefon oraz poczta elektroniczna. Przesył informacji, za ich pomocą, jest nieefektywny i powoduje zbędne opóźnienie w kanałach komunikacyjnych. Nie ma zdefiniowanej metody, która umożliwiłaby wymuszenie na pracownikach poszczególnych działów wysłanie informacji w konkretnym interwale czasowym. Również przepływ informacji dotyczących specyfikacji wyrobów w przedsiębiorstwie posiada pewne niedoskonałości. Pracownicy poszczególnych działów przedsiębiorstwa, przekazując informacje nt. specyfikacji wyrobów, popełniają błędy. Często prowadzi to, do zatrzymania produkcji z powodu braku odpowiedniego komponentu.

Ważny element w procesie przepływu informacji stanowi obszar zamówień na materiały. Pracownicy Działu Gospodarki Magazynowej nie posiadają bieżących informacji o potencjalnych nowych dostawcach komponentów do produkcji. W przypadku nagłej potrzeby zmiany dostawcy, wyszukują (najczęściej w Internecie) informacji dotyczących potencjalnego dostawcy.

Ze względu na duże rozproszenie informacji oraz konieczność zautomatyzowania pewnych czynności, do usprawnienia procesu przepływu informacji w przedsiębiorstwie, zaproponowano rozwiązanie oparte o technologię agentową. Wymienione wyżej cechy agentów umożliwią opracowanie narzędzia, które będzie wspomagało efektywne zarządzanie przepływem informacji.

#### **4. Koncepcja systemu agentowego wspomagającego przepływ informacji w procesie planowania**

W opisywanym przedsiębiorstwie ilość niezbędnych informacji wykorzystywanych w procesie planowania jest bardzo duża. Zasoby informacyjne są rozproszone i znajdują się w różnych miejscach. Istnieje konieczność przesyłania danych do centrali, która znajduje się w innym kraju niż samo przedsiębiorstwo. W związku z powyższym jako rozwiązanie zaproponowano system zbudowany z agentów czyli system wieloagentowy. Zdefiniowano poszczególnych agentów oraz ich podstawową funkcjonalność oraz opracowano sposób komunikacji pomiędzy agentami. W systemie zaprojektowano sześć podstawowych rodzajów agentów: interfejsowe, zadaniowe, monitorujące, wyszukujące, informacyjne oraz pośredniczące.

Dla każdego z działów przedsiębiorstwa, uczestniczącego w procesie planowania, zaprojektowano agenta, który będzie wspomagał przepływ informacji. Agenty komunikują się między sobą, przekazując niezbędne informacje oraz wymuszają wykonanie działań na pracownikach przedsiębiorstwa.

##### **Planner\_agent**

Planner\_agent pełni w systemie funkcję agenta interfejsowego. Oznacza to, iż jego głównym zadaniem jest wspomaganie pracy osoby odpowiedzialnej za planowanie produkcji. Planner\_agent komunikuje się z innymi agentami, w celu dostarczenia planiście jak największej liczby informacji, niezbędnych do właściwej pracy. Planner\_agent

komunikuje się z agentem zadaniowym, zaprojektowanym dla potrzeb własnych Działu Planowania (TaskPlanning\_agent). Planner\_agent przekazuje pracownikowi informacje o zleconych przez Kierownika działu zadaniach w czasie rzeczywistym. Zadania te dotyczą przede wszystkim zaplanowania produkcji dla danej rodziny asortymentowej. Planner\_agent komunikuje się również z agentem informacyjnym (DataBase\_agent) oraz agentem pośredniczącym (BestMiddle\_agent).

#### **Purchaser\_agent**

Purchaser\_agent jest również agentem interfejsowym, dedykowanym dla Działu Zaopatrzenia. Jest on odpowiedzialny za dostarczenie materiałów do produkcji. Pełni podobną rolę jak Planner\_agent, jednakże specyfika jego działania jest nieco inna. Zadaniem Działu Zaopatrzenia jest zapewnienie dostępności wszystkich surowców, materiałów i półproduktów do produkcji. W związku z tym, w przypadku Purchaser\_agenta niezwykle istotna jest kwestia komunikacji z innymi agentami. Purchaser\_agent ma za zadanie jedynie wspomagać pracę zaopatrzeniowców w przedsiębiorstwie. Agent interfejsowy komunikuje się przede wszystkim z agentem wyszukującym (Searching\_agent), odpowiedzialnym za wyszukanie w bazie (bądź Internecie) dostawców pod kątem sprecyzowanych kryteriów oraz agentem monitorującym (Monitoring\_agent), którego zadaniem jest z kolei sprawowanie kontroli nad stanami magazynowymi materiałów do produkcji. Purchaser\_agent komunikuje się ponadto z agentem zadaniowym (TaskPurchasing\_agent) oraz agentem pośredniczącym (BestMiddle\_agent).

#### **Designer\_agent**

Designer\_agent jest agentem interfejsowym wyróżnionym dla Działu Rozwoju Produktu. Podobnie jak pozostałe agenty tego typu ma za zadanie wspomaganie pracowników tego działu w ich codziennych obowiązkach. Designer\_agent komunikuje się z agentem zadaniowym (TaskDesigning\_agent), w celu przekazania projektantom narzuconych przez kierownika zadań oraz, co istotniejsze, z agentem pośredniczącym (BestMiddle\_agent), któremu przekazuje informacje o podejmowanych działaniach związanych z wprowadzaniem nowego produktu. Dzięki swej specyfice BestMiddle\_agent automatycznie komunikuje się z odpowiednimi agentami interfejsowymi innych działów w celu przekazania takiej informacji.

#### **Logistics\_agent**

Logistics\_agent jest również agentem interfejsowym, dedykowanym Działowi Gospodarki Magazynowej. Poza kontrolą i wsparciem pracy logistyków ma za zadanie rejestrowanie bieżących stanów magazynowych materiałów i wyrobów gotowych oraz przekazywanie tej informacji, agentowi pośredniczącemu. Logistics\_agent utrzymuje ponadto stałą komunikację z agentem monitorującym (Monitoring\_agent) w celu zapewnienia dostępu do informacji o stanach magazynowych, aktualnych zleceniach magazynowych oraz procesach przyjmowania bądź wydawania materiałów z magazynu.

#### **Production\_agent**

Production\_agent to agent interfejsu przeznaczony dla pracowników Działu Produkcji. Jego podstawowym zadaniem jest wspomaganie pracy tego działu oraz komunikacja z agentem pośredniczącym (BestMiddle\_agent), w celu dostarczania w czasie rzeczywistym danych o aktualnej produkcji, ewentualnych przestojach w produkcji bądź zakłóceniach. Poprzez pracę z agentami interfejsowymi, niejako wymusza się na pracownikach rejestrowanie danych o statusie procesu produkcyjnego czy też innych procesów, przez co zapewniony jest dostęp do tych informacji on-line.

**Agenty interfejsowe kierowników** (PlanManager\_agent, PurManager\_agent, DesManager\_agent)

Są to, jak nazwa wskazuje, agenty interfejsowe wspomagające prace kierowników poszczególnych działów, kolejno: Działu Planowania, Działu Zaopatrzenia oraz Działu Rozwoju Produktu. Dzięki nim kierownicy mają dostęp do pracowników podległych oraz zadań przez nich wykonywanych bądź tych, które mają być wykonane. Tego typu agenty mogą uruchomić procedurę automatycznego przydziału nierozdysponowanych zadań bądź przydzielić pracowników do zadań według określonego przez kierownika kryterium.

**Agenty zadaniowe** (TaskPlanning\_agent, TaskDesigning\_agent, TaskPurchasing\_agent)

Jest to grupa agentów odpowiedzialnych za przydział pracowników do zadań. Szacują ponadto czas realizacji tych zadań.

#### **Monitoring\_agent**

Monitoring\_agent, jak sama nazwa wskazuje, jest bytem programowym odpowiedzialnym za nadzorowanie zmian zachodzących w określonym obszarze działalności przedsiębiorstwa – w przypadku tego modelu, w obszarze gospodarki magazynowej. Monitoring\_agent, w celu pozyskania informacji o bieżącym stanie zapasów komunikuje się z Logistics\_agent (agent interfejsowy pracowników Działu Gospodarki Magazynowej). Po uzyskaniu takiej informacji powraca on niezwłocznie do delegującego go użytkownika, którym w tym przypadku jest inny agent: Purchase\_agent – agent interfejsowy zaopatrzeniowca. Wykorzystanie w modelu agenta monitorującego pozwala na bieżące kontrolowanie zmian zachodzących w stanie zapasów magazynowych, przez co minimalizuje się ryzyko wykorzystania błędnych, nieaktualnych danych przez pracowników Działu Zaopatrzenia.

#### **Searching\_agent**

Searching\_agent jest agentem, który wspomaga pracę Działu Zaopatrzenia. Dział Zaopatrzenia zajmuje się przede wszystkim zapewnieniem ciągłego dostępu surowców, materiałów i półproduktów do produkcji wyrobów. Jednym z obowiązków pracowników tego działu jest organizowanie kontraktów z dostawcami na poszczególne materiały produkcyjne. Wykorzystanie agenta wyszukującego umożliwia z jednej strony lokalizowanie ofert dostawców na stronach internetowych według ściśle określonych kryteriów, z drugiej zaś umożliwia wysyłanie zapytań do agenta informacyjnego (DataBase\_agent), który jako jedyny jest zdolny do zapisu i odczytu danych ze źródeł informacyjnych. Komunikacja agenta wyszukującego z agentem informacyjnym jest o tyle istotna, iż pozwala na przeszukanie baz danych pod kątem kontraktów już zawartych i ewentualne zarekomendowanie użytkownikowi danego rozwiązania w postaci sugerowanego wyboru dostawcy. Searching\_agent komunikuje się z użytkownikiem poprzez agenta interfejsowego (Purchaser\_agent).

#### **DataBase\_agent**

DataBase\_agent jest agentem informacyjnym i jako jedyny, w całym modelu, ma dostęp do baz danych. Może on zarówno dokonywać zapisu danych, jak i udostępniać je innym agentom na żądanie. Posiada dostęp do danych historycznych i jednocześnie stanowi „odciążenie” dla innych agentów, które dzięki istnieniu baz danych, nie muszą przechowywać zebranych informacji w swoich strukturach programowych. W modelu wyróżniono kilka agentów informacyjnych ze względu na konieczność rozdrobnienia obciążenia tego typu agentów zapytaniami wysyłanymi przez inne agenty. DataBase\_agent komunikuje się ze wszystkimi agentami systemu.

#### **BestMiddle\_agent**

BestMiddle\_agent jest agentem pośredniczącym i stanowi element łączący wszystkie agenty występujące w systemie. Bezpośrednio bądź pośrednio (poprzez inne agenty) ma on możliwość komunikacji z użytkownikami systemu. Strukturę systemu zaprojektowano

w ten sposób, że BestMiddle\_agent pełni rolę kluczową w przepływie informacji. Ze względu na fakt, iż zdecydowano o rejestracji tylko jednego agenta pośredniczącego w systemie, BestMiddle\_agent jest agentem stacjonarnym, co oznacza, iż jego mobilność jest ograniczona. Z uwagi na niewielki zakres projektowanego systemu (Dział Planowania Głównego) mobilność tego agenta nie jest konieczna. Decyzja o zastosowaniu akurat takiego rodzaju agenta nie jest oczywiście wiążąca, gdyż można by zaprojektować kilka agentów pośredniczących i tym samym rozproszyć ich cele w systemie (rozproszenie zastosowano w przypadku agentów informacyjnych). Głównym celem BestMiddle\_agent jest pośrednictwo w wymianie informacji pomiędzy agentami systemu. BestMiddle\_agent zbiera informacje od agentów interfejsowych i przedstawia je odpowiednim agentom tego samego typu (interfejsowym). Pełni on rolę łącznika w wymianie informacji pomiędzy poszczególnymi użytkownikami systemu.

Poniżej przedstawiono przykładowe akcje z wykorzystaniem BestMiddle\_agent.

- Designer\_agent komunikuje się z BestMiddle\_agent i informuje o planie przeprowadzenia testu nowego produktu. BestMiddle\_agent komunikuje się z Planner\_agent i przekazuje tę informację. W ten sposób, informacje o planowanym teście produktu dociera w czasie rzeczywistym do Działu Planowania i harmonogram produkcyjny może być w tym samym czasie skorygowany o dane z Działu Rozwoju Produktu;
- Planner\_agent wysyła do BestMiddle\_agent informację o planowanym harmonogramie produkcji na najbliższy miesiąc. BestMiddle\_agent przekazuje tę informację do Purchaser\_agent, dzięki czemu pracownicy Działu Zaopatrzenia, mając wstępny harmonogram, mogą uruchomić procedury wyboru dostawcy materiałów do planowanej produkcji.

## **5. Przesłanki do wdrożenia systemu agentowego w przedsiębiorstwie**

Opracowana koncepcja systemu agentowego stanowi podstawę do oprogramowania narzędzia informatycznego wspomagającego zarządzanie przepływem informacji w prezentowanym przedsiębiorstwie produkcyjnym.

Autorzy proponują wykorzystanie, do oprogramowania systemu, jednego z dostępnych na rynku środowisk do projektowania systemów agentowych – środowisko RETSINA. RETSINA [15] stanowi środowisko do wielokrotnego programowania inteligentnych agentów zorientowanych zadaniowo współpracujących w sieci. RETSINA została opracowana w Instytucie Robotyki Carnegie Mellon University w Pittsburgh'u (USA). Składa się z dwóch podstawowych modułów: RETSINA Agent Foundation Classes (AFC) oraz RETSINA Multi-Agent Infrastructure (MAS). RETSINA AFC pozwala na pół-automatyczne tworzenie nowych agentów. Natomiast RETSINA MAS wspomaga interakcję pomiędzy agentami. Umożliwia odnalezienie się wzajemne agentów i ich komunikację. Podstawową jednostką RETSINA MAS jest serwer agentowy nazywany ANS-server (Agent Name Service server) dostarczający mechanizmy pozwalające zlokalizować każdego zarejestrowanego w systemie agenta. Agenty tworzone w środowisku RETSINA współdziałają między sobą (każdy z każdym bez względu na typ agenta), „reklamują” swoje usługi oraz umożliwiają przekazanie swoich zadań do wykonania innym agentom oraz łączą się z modułem, który planuje i kontroluje działania agentów. Każdy z agentów posiada umiejętności wyszukania, filtrowania i dystrybucji informacji oraz stanowi wsparcie dla użytkownika we wspomaganie podejmowania decyzji, zarządzania informacją oraz monitoringu.

Podstawową jednostką RETSINA AFC jest agent bazowy, który stanowi autonomiczny



program (kod programowy) zdolny do komunikowania się z innymi agentami lub użytkownikami systemu oraz wykazujący inteligentne zachowania.

Zaproponowane w systemie, do wspomagania zarządzania przepływem informacji, agenty zostałyby zaprojektowane z wykorzystaniem agenta bazowego. Natomiast sposób oprogramowania komunikacji pomiędzy poszczególnymi agentami zapewniłoby środowisko programowe RETSINA MAS.

Zastosowanie systemu agentowego w przedsiębiorstwie w znaczny sposób usprawniłoby proces przepływu informacji. W przypadku pojawienia się zakłóceń w procesie planowania, informacja dotycząca przyczyny oraz rodzaju zakłócenia zostałaby natychmiast przekazana do pracowników przedsiębiorstwa. System wymusiłby na pracownikach przekazywanie aktualnych informacji dotyczących statusu planowania w odpowiednim czasie i zakresie. Wszelkie niezbędne dane potrzebne do planowania np. aktualne planowane remonty maszyn, przestoje informacje o zdolnościach produkcyjnych itp. byłyby dostępne on-line dla planistów, którzy mogliby je uwzględnić podczas tworzenia harmonogramu.

Zastosowanie systemu umożliwiłoby również wyeliminowanie niezgodności dotyczące specyfikacji wyrobów. Oprogramowane agenty przekazywałyby informację nt. specyfikacji wyrobu. Agent interfejsowy (Purchaser\_agent) komunikowałby się z agentem wyszukującym (Searching\_agent), który kierowałby zapytanie do agenta informacyjnego (DataBase\_agent) o daną specyfikację. Czynniki ludzkie z działań specyfikacyjnych zostałyby wyłączone, co zminimalizowałoby ryzyko występowania niezgodności.

Oprogramowanie agenta wyszukującego, umożliwiłoby natomiast lokalizowanie w dostępnych bazach danych bądź Internecie potencjalnych dostawców. W przypadku wystąpienia zakłócenia z dostawą towarów, w wyniku odpowiedniego zapytania, agent wyszukujący w trybie pracy skomunikowałby się z agentem informacyjnym, by ten przeszukał bazę danych pod kątem zrealizowanych kontraktów na dany materiał. Wykorzystanie systemu agentowego ograniczyłoby koszty i czasochłonność działań koniecznych do zapewnienia ciągłości produkcji w warunkach nieterminowości dostaw.

## **6. Podsumowanie**

Należy zaznaczyć, iż zaprojektowany model systemu dotyczy niewielkiego wycinka działalności przedsiębiorstwa. Funkcjonalność systemów agentowych jest na tyle szeroka, że z powodzeniem można byłoby je wykorzystać nie tylko na poziomie operacyjnym, ale i strategicznym.

Reasumując, wykorzystanie systemu agentowego wspomagającego przepływ informacji w obszarze planowania jest uzasadnione. Sama decyzja o wdrożeniu systemu powinna być poprzedzona analizą ekonomiczną: analizą opłacalności inwestycji oraz określeniem stopy zwrotu z inwestycji. Jak już wspomniano, wdrożenie systemu agentowego wiąże się z koniecznością zaangażowania znacznych środków finansowych. Jeżeli inwestycja, dla samego przedsiębiorstwa, nie przyniesie wymiernych korzyści finansowych, nie ma powodu, aby przedsiębiorstwo wdrażało tego typu narzędzia wspomagające.

## **Literatura**

1. Brenner W., Zarnekow R., Wittig H.: *Intelligente Softwareagenten Grundlagen und Anwendungen*. Springer - Verlag Berlin Heidelberg, Berlin 1998.
2. Caglayan A.K., Harrison C.G.: *Intelligente Software-Agenten*. Carl Hanser Verlag, München Wien 1998.

3. Dostatni E., Diakun J., Hamrol A., Mazur W.: Application of Agent Technology for Recycling-Oriented Product Assessment. *Industrial Management & Data Systems*, vol: 113, 2013.
4. Dostatni E.: Przegląd zastosowania technologii agentowej w obszarze zarządzania. *Zeszyty Naukowe Wydziału Budowy Maszyn i Zarządzania Politechniki Poznańskiej*, seria: Budowa Maszyn i Zarządzanie Produkcją, Nr 4 (14) 2010.
5. Dostatni E.: Zarządzanie procesem projektowania z wykorzystaniem metod rozproszonej sztucznej inteligencji (DAI), rozprawa doktorska, Politechnika Poznańska, Wydział Budowy Maszyn i Zarządzania, Poznań 2004.
6. Frayret J.-M., D'Amours S., Rousseau A., Harvey S., Gaudreault J.: Agent-based supply chain planning in the forest products industry. *International Journal of Flexible Manufacturing Systems*, Vol. 19 No.4, 2007.
7. Hilletoft P. Lätilä L.: Agent based decision support in the supply chain context. *Industrial Management & Data Systems*, Vol. 112 Iss: 8, 2012.
8. Hyska W.: Systemy agentowe w technologii RDF, praca magisterska. Politechnika Warszawska, Wydział Matematyki i Nauk Informacyjnych, Warszawa 2005.
9. Kierzkowski Z. (red.): *Inteligentne metody komputerowe dla nauki, technologii i gospodarki*. wydanie I, SORUS, Warszawa - Poznań 2004.
10. Luck M., Ashri R., D'Inverno M.: *Agent-based software development*, Artech House, Boston 2004.
11. Niewiadomski P., Dostatni E.: System agentowy jako narzędzie kreowania luki kompetencyjnej menedżera. *Zarządzanie Przedsiębiorstwem*, Nr 1/2012, Polskie Towarzystwo Zarządzania Produkcją, Gliwice 2012.
12. Nilsson F., Darley V.: On complex adaptive systems and agent-based modeling for improving decision-making in manufacturing and logistics settings. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 26 No.12, 2006.
13. Rao A.S., Georgeff M.P.: Modelling rational agents within a BDI architecture, In: *Proc. Second Int. Conf. on Principles of Knowledge Representation and Reasoning - KR' 91*. Cambridge MA, USA 1991.
14. Rykowski J.: *Personalized Access to Heterogeneous Distributed Information Sources by Means of Software Agents*. AE, Poznań 2008.
15. Sycara K., *Retsina AFC Developers Guide*, The Robotics Institute, Carnegie Mellon University, Pittsburg 2002.
16. Wierczycki W. (red.): *E-logistyka@PWE*, Warszawa 2012.
17. Wooldridge M. J.: *Intelligent Agents*. MIT Press, Cambridge 1999.
18. Zielińska J.: *Koncepcja systemu agentowego wspomagającego zarządzanie w przedsiębiorstwie produkcyjnym*. Praca dyplomowa Wydział Budowy Maszyn i Zarządzania, Politechnika Poznańska, promotor Dostatni E., Poznań 2013.

Dr inż. Ewa DOSTATNI  
 Inż. Justyna ZIELIŃSKA  
 Katedra Zarządzania i Inżynierii Produkcji  
 Wydział Budowy Maszyn i Zarządzania, Politechnika Poznańska  
 60-965 Poznań, ul. Piotrowo 3  
 tel.: 61 665 27 31  
 fax: 61 665 27 74  
 e-mail: ewa.dostatni@put.poznan.pl  
 zielinska.justyna@gazeta.pl