

Przemysław OBORSKI<sup>1</sup>

## **ZDECENTRALIZOWANY WIELOAGENTOWY SYSTEM STEROWANIA I MONITOROWANIA WYTWARZANIEM**

Rozwój systemów produkcyjnych oraz stały wzrost oczekiwań klientów wymaga od firm coraz szerszego wprowadzania systemów nadzorujących procesy wytwórcze, stan maszyn oraz jakość produktów i historię ich wytwarzania. Monitorowanie procesów, maszyn i produktów, jest technicznie możliwe za pomocą coraz bardziej udoskonalanych systemów wykorzystujących zaawansowane metody pomiarowe, algorytmy przetwarzania danych oraz wsparcie układów wykorzystujących tzw. sztuczną inteligencję. Jednakże wprowadzenie powszechnego nadzoru nad całym procesami, kluczowymi maszynami i wszystkimi wyrobami wymaga szybkiego przetwarzania bardzo dużej liczby danych. Dodatkowo system taki musi być zintegrowany z funkcjami sterującymi. Implementacja zintegrowanego systemu monitorowania na bazie powszechnie stosowanej architektury klient-serwer wymagałaby budowy skomplikowanego, drogiego i mało elastycznego systemu. W artykule przedstawiono badania prowadzone nad opracowaniem zintegrowanego wieloagentowego systemu monitorowania wytwarzania realizowane na Politechnice Warszawskiej w Zakładzie Automatykacji Obrabiarek i Obróbki Skrawaniem.

### **1. WPROWADZENIE**

Firmy produkcyjne wraz z rozwojem procesów globalizacji skutkujących stale rosnącą konkurencją, w tym również konkurencją krajów niskokosztowych będących w stanie oferować coraz bardziej zaawansowane produkty, muszą stale zwiększać efektywność działania, podnosić jakość i niezawodność wyrobów oraz oferować bardziej innowacyjne produkty po niższej cenie. Sytuacja ta ma szczególne znaczenie dla gospodarek wysokorozwiniętych, dla których jedyną szansą na utrzymanie produkcji jest stałe podnoszenie efektywności mające na celu obniżanie kosztów wytwarzania i podnoszenie jakości oraz wprowadzanie coraz bardziej zaawansowanych produktów wytwarzanych w krótkich seriach, często na zamówienie klienta. Dzięki takiemu podejściu klienci są w stanie zaakceptować wyższe ceny wyrobów produkowanych w krajach wysokorozwiniętych. W szczególnie trudnej sytuacji są kraje, takie jak Polska, które dołączają do krajów wysokorozwiniętych [1]. Wzrost kosztów funkcjonowania firm, wymaga zmiany profilu gospodarki, która nie może dłużej bazować na oferowaniu nieskomplikowanych wyrobów oraz niskich wynagrodzeniach [2]. Wymaga to radykalnego

---

<sup>1</sup> Politechnika Warszawska, Instytut Techniki Wytwarzania, Zakład Automatykacji, Obrabiarek i Obróbki Skrawaniem

przejścia do modelu gospodarki bazującego na wysoko zawansowanych systemach produkcyjnych zdolnych do wytwarzania zaawansowanych, innowacyjnych, poszukiwanych wyrobów. W modelu takim koszty mają drugorzędne znaczenie, gdyż klient nie może tego typu produktów nabyć, lub wytworzyć w krajach o niskim koszcie pracy.

Firmy z krajów wysoko rozwiniętych muszą kłaść bardzo duży nacisk na badania i rozwój nowych innowacyjnych produktów oraz na stały rozwój systemów produkcyjnych. Muszą one umożliwiać coraz efektywniejsze wytwarzanie coraz bardziej skomplikowanych wyrobów [3], a jednym z takich obszarów jest zintegrowane monitorowanie procesów i systemów wytwarzania.

## 2. WYMAGANIA STAWIANE PRZED SYSTEMAMI WYTWARZANIA

Wzrost konkurencji powodowany rozwojem procesów globalizacyjnych wymaga od firm produkcyjnych stałego obniżania kosztów, podnoszenia jakości, efektywności wykorzystania posiadanych zasobów oraz wdrażania coraz bardziej zawansowanych technologii i wyrobów. W sytuacji tej szczególnego znaczenia nabiera efektywne sterowanie procesami wytwarzania, co z kolei wymaga zastosowania systemów monitorowania i nadzorowania procesów obróbkowych [4].

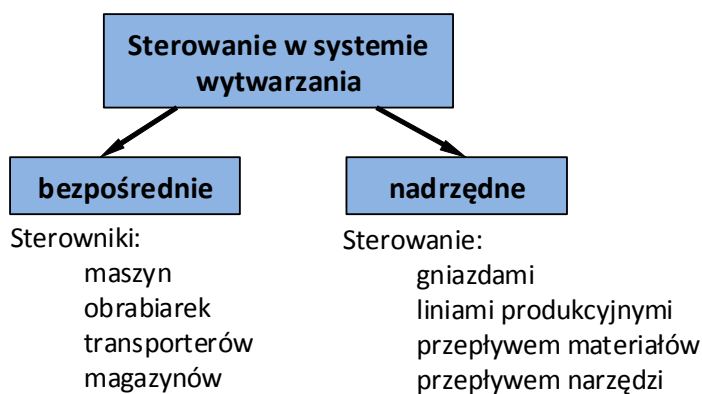
Systemy takie powinny umożliwiać pozyskiwanie aktualnych danych dotyczących realizowanych procesów, zadań i operacji obróbkowych. Pozyskiwane dane powinny wspierać podejmowanie decyzji sterujących, pozwalając opisać aktualny stan systemu oraz jego przewidywane zachowanie w najbliższej przyszłości. Ze względu na bardzo dużą ilość danych pozyskiwanych w wyniku monitorowania istotnych elementów maszyn, urządzeń i procesów niezbędne jest ich odpowiednie przetwarzanie w miejscu pozyskiwania. Powinno ono być połączone z podejmowaniem decyzji, w tym decyzji wpływających na aktualnie realizowany proces wytwarzania. W przypadku produkcji o bardzo wysokich wymaganiach, tak jak ma to miejsce na przykład w produkcji wyrobów lotniczych, monitorowanie procesów obróbkowych powinno dostarczać istotnych informacji dotyczących przebiegu procesu obróbki poszczególnych części takich jak kluczowe parametry procesu, stan przedmiotu obrabianego, uzyskana jakość oraz stan obrabiarki. Przetwarzanie tak dużej liczby danych wymaga zastosowania nowego podejścia do budowy i funkcjonowania systemów monitorowania i sterowania. Zastosowanie klasycznych rozwiązań bazujących na architekturze klient-serwer ma zbyt dużo ograniczeń, wynikających z ograniczenia ilości przetwarzanych danych związanym z centralizacją systemu. Bardzo istotnym problemem jest również niska otwartość na zmiany konfiguracyjne tego typu systemów, uniemożliwiająca łatwe przebudowywanie systemu w przypadku zmiany produkowanych wyrobów, czy zastosowania nowych maszyn [5]. Z kolei zastosowanie systemów typu SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*) do budowy głęboko specjalizowanych systemów monitorowania procesów obróbkowych, maszyn oraz wyrobów narzuca pewne istotne ograniczenia. Systemy tego typu pozwalają na budowę systemów monitorowania maszyn i procesów, jednak z uwagi na zastosowanie architektury typu klient-serwer budowane w oparciu o nie aplikacje posiadają sztywną strukturę uniemożliwiając łatwe

dostosowywanie systemu do zmian procesu produkcyjnego, czy konfiguracji systemu wytwarzania. Posiadają one również bardzo istotne ograniczenie w zakresie przetwarzania dużej liczby danych w czasie rzeczywistym. W takim przypadku poniżej systemu SCADA i tak trzeba zastosować inny system dedykowany do pozyskiwania i analizy danych.

Istotnym czynnikiem ograniczającym wdrażanie zintegrowanych systemów informatycznych jest konieczność, budowy specjalizowanych aplikacji dostosowanych do określonej struktury systemu, procesów oraz z góry określonych danych, które będą poddawane analizie, nawet jeśli system jest budowany w oparciu o platformę SCADA. Decyduje to o bardzo wysokim potencjalnym koszcie tak budowanych systemów [6]. Z uwagi na ograniczone możliwości przebudowy wynikające z centralizacji systemu będą one charakteryzowały się niską otwartością na zmiany konfiguracyjne [7]. Wynikiem takiej sytuacji jest ograniczone zastosowanie rozbudowanych systemów monitorowania, najczęściej ograniczają się one do nadzorowania pojedynczych stanowisk, maszyn, czy fragmentów procesów lub pozwalają na analizowanie jedynie wybranych danych.

### 3. STEROWANIE BEZPOŚREDNIE I NADRZĘDNE

Sterowanie w systemie wytwarzania można podzielić na sterowanie bezpośrednie oraz sterowanie nadrzędne (rys. 1). Sterowanie bezpośrednie obejmuje sterowniki obrabiarek, urządzeń transportowych, urządzeń kontrolno-diagnostycznych itp. Może być ono realizowane za pomocą sterowników logicznych - PLC, komputerów przemysłowych lub sterowników specjalizowanych. W przypadku sterowania rozproszonego mogą być one połączone komputerową siecią przemysłową [8]. Podstawowym wymogiem stawianym przed sterowaniem bezpośrednim jest praca w czasie rzeczywistym o ostrych ograniczeniach czasowych, to znaczy terminowe i bezbłędne reagowanie na występujące w systemie zdarzenia, współbieżność oraz przewidywalność działania [9]. Zadaniem sterowania bezpośredniego jest zapewnienie poprawnej pracy konkretnych urządzeń technologicznych, zgodne z opracowanym programem [10].



Rys. 1. Podział sterowania w systemie wytwarzania  
Fig. 1. Control functions in manufacturing system

Sterowanie nadrzędne, nazywane niekiedy również sterowaniem produkcją znajduje się powyżej warstwy sterowania bezpośredniego. Jego zadaniami są najczęściej: synchronizacja pracy kilku maszyn, sterowanie przepływem materiałów i narzędzi, optymalizacja działania całego systemu wytwarzania [11]. Sterowanie nadrzędne powinno obejmować następujące zadania:

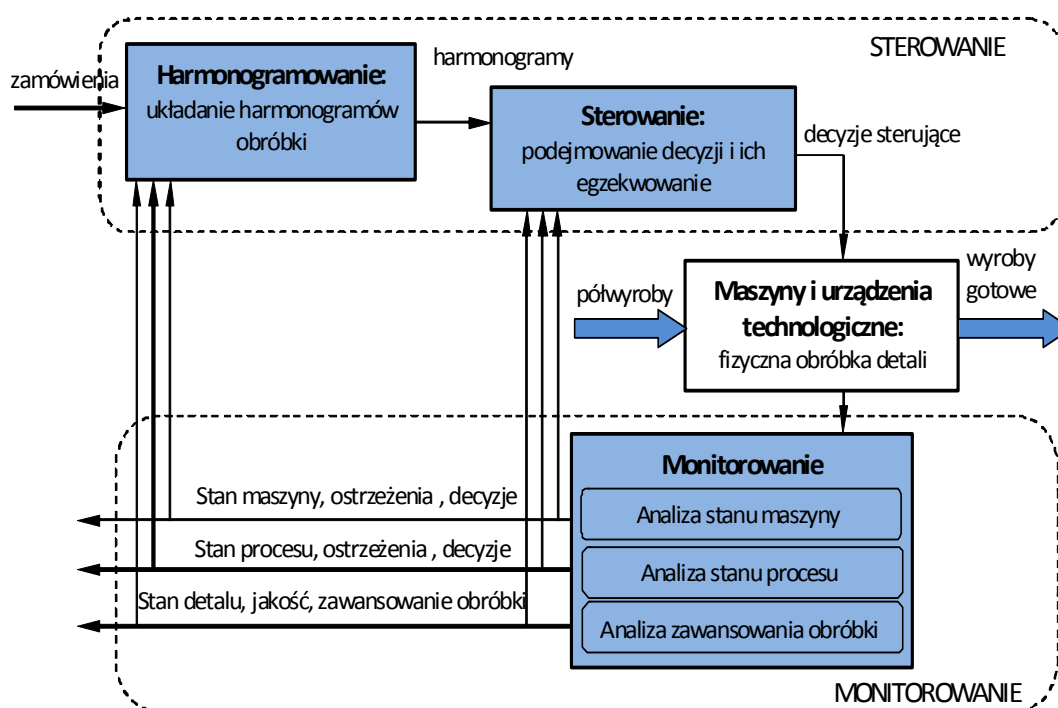
1. W procesie produkcyjnym podstawowym;
  - planowanie, harmonogramowanie i sterowanie przepływem produkcji –terminowość realizacji zleceń oraz optymalizacja obciążenia zasobów,
  - monitorowanie realizacji zleceń produkcyjnych, historii obróbki poszczególnych części i zleceń, dostarczanie informacji o dostępności zasobów, maszyn i procesów oraz o ich pracy i ewentualnych spodziewanych, lub wykrytych problemach,
  - wspieranie podejmowania decyzji przez osoby interweniujące w realizację sterowania systemem realizacją zleceń produkcyjnych,
  - sterowanie urządzeniami produkcyjnymi – dostarczanie informacji sterujących do urządzeń technologicznych i pomiarowych, podejmowanie decyzji sterujących, egzekwowanie realizacji wydanych poleceń sterujących,
  - monitorowanie stanu maszyn, realizacji procesów obróbkowych oraz stanu przedmiotu, podejmowanie decyzji w przypadku wykrycia nieprawidłowości.
2. W procesach pomocniczych;
  - zapewnienie odpowiedniej jakości wyrobów – pozyskiwanie i analiza danych, wykrywaniem zmieniających się trendów jakości, reagowanie na odchylenia wykraczające poza ustaloną normę,
  - sterowanie procesami transportu – realizowanie zleceń transportowych, analiza wykorzystania środków transportu, monitorowanie stanu urządzeń,
  - sterowanie procesami magazynowania – kierowanie pracami magazynowymi, bieżące ewidencjonowanie stanu magazynów, reagowanie na braki lub nadmiary w stanie magazynów,
  - sterowanie procesami gospodarki narzędziowej – przechowywanie i uaktualnianie informacji o narzędziach i przebywających w systemie wytwarzania.

Zadanie systemu sterowania nadrzędnego można określić jako realizację ustalonych wcześniej harmonogramów produkcji dla systemu wytwarzania, bez wnikania w szczegóły sterowania poszczególnych maszyn i urządzeń. Bardziej rozwinięte systemy sterowania nadrzędnego posiadają wbudowany moduł harmonogramowania krótkoterminowego, umożliwiającą optymalne obciążanie maszyn i urządzeń w zależności od planu produkcji i aktualnych możliwości systemu wytwarzania. Jednak należy zaznaczyć, iż powinno tu być zastosowane harmonogramowanie dynamiczne, mające możliwość reakcji w czasie rzeczywistym na pojawiające się awarie i zmiany planów produkcji [12]. Drugą ważną funkcją sterowania nadrzędnego jest zapewnienie integracji informatycznej wszystkich elementów systemu wytwarzania. Powinna ona być realizowana poprzez przesyłanie i udostępnianie odpowiednich informacji i danych zainteresowanym osobom czy podsystemom. Poprawne spełnienie tej funkcji, szczególnie w systemach o niewysokim stopniu automatyzacji, wymaga uwzględnienia zadań, możliwości i potrzeb operatorów maszyn i urządzeń technologicznych [13]. Istotnym elementem systemów sterowania jest

monitorowanie informujące o stanie sterowanego obiektu. Na użytek sterowania bezpośredniego monitoruje się najczęściej jedynie parametry niezbędne do sterowania danym procesem. Z kolei na poziomie sterowania nadrzędnego monitoruje się dane niezbędne do zarządzania realizacją zleceń – najczęściej jest to czas i miejsce realizacji danego zadania. Nie wykorzystuje się w ten sposób bardzo istotnych informacji, które można obecnie uzyskać ze szczegółowego monitorowania procesów, maszyn i przedmiotów obrabianych.

#### 4. MONITOROWANIE I STEROWANIE W WYTWARZANIU

Sterowanie i monitorowanie stanowią integralną część systemu wytwarzania. Sterowanie, które można podzielić na sterowanie bezpośrednie i nadrzędne ma za zadanie egzekwowanie planowanych działań. Z kolei zadaniem monitorowania jest analizowanie stanu sterowanego obiektu: maszyny, procesu lub też obrabianego przedmiotu. Jego celem jest badanie, czy proces przebiega zgodnie z założeniami, czy urządzenie pracuje zgodnie z określonymi parametrami, czy obrabiany przedmiot posiada takie parametry jak powinien w danym etapie procesu wytwarzania.



Rys. 2. Model funkcjonalny systemu sterowania i monitorowania wytwarzaniem  
Fig. 2. Functional model of control and monitoring of manufacturing system

Monitorowanie powinno stanowić integralną część sterowania, dostarczając informacji o stanie sterowanego obiektu umożliwiając podejmowanie odpowiednich decyzji wpływających na prawidłowe zachowanie się sterowanego obiektu (rys. 2). Połączenie

funkcji monitorowania powinno być realizowane zarówno na poziomie sterowania bezpośredniego, jak również na poziomie sterowania nadrzędnego. System monitorowania procesu wytwarzania powinien pozwolić na identyfikację stanu procesu, nadzorowanie stanu maszyny oraz bieżące nadzorowanie stanu przedmiotu obrabianego. Pozyskane dane muszą być poddawane wielokryterialnej analizie w warunkach czasu rzeczywistego o twardych ograniczeniach czasowych. Na bazie wyników analiz powinny być podejmowane decyzje sterujące, zakres wykorzystania informacji z systemu monitorowania zależy od zaawansowania systemu sterowania. W najprostszych rozwiązaniach celem może być identyfikacja zagrożeń, takich jak na przykład złamanie ostrza narzędzia, przekroczenie określonych parametrów pracy maszyny, czy niezgodność założonych parametrów jakościowych przedmiotu obrabianego.

Tabela 1. Wymagania stawiane przed systemem nadzorowania procesów obróbkowych  
Table 1. Requirements on Shop Floor Monitoring systems for manufacturing processes

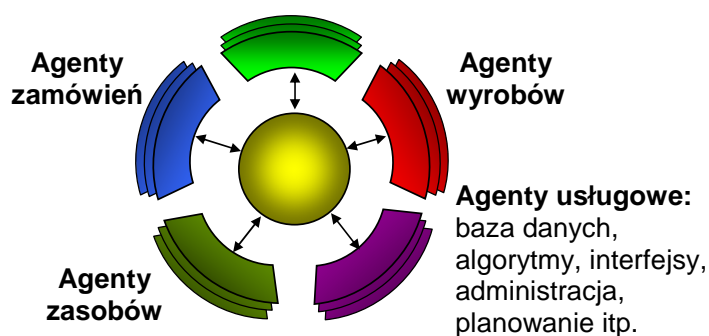
Lp.	Wymaganie	Opis
1	Monitorowanie procesów obróbkowych	Pozyskiwanie wybranych danych z realizowanych procesów obróbkowych.
2	Nadzorowanie procesów	Analiza danych z monitorowania procesów oraz ich porównywanie z zadanymi wielkościami, podejmowanie decyzji w przypadku wystąpienia odchylenia.
3	Sterowanie procesami	Podejmowanie i realizacji decyzji sterujących mających na celu realizację planu produkcji oraz przeciwdziałanie występującym zakłóceniom
4	Archiwizowanie danych	Archiwizowanie danych z monitoringu procesów obróbkowych oraz z przebiegu realizacji zleceń
5	Otwartość na zmiany konfiguracyjne	Łatwość wykonywania zmian konfiguracji niezbędnych w przypadku rekonfigurowania systemu wytwarzania, lub rozbudowy systemu, czy zmiany jego funkcjonalności.
6	Elastyczność	Elastyczność w realizacji różnych zadań, w tym zadań, które nie były przewidywane w trakcie budowy systemu.
7	Odporność na zakłócenia	Stabilność systemu i odporność na pojawiające się zakłócenia, możliwość podejmowania lokalnych decyzji sterujących eliminujących skutki zakłóceń i ich wpływ na efektywność systemu.
8	Łatwość obsługi	Obsługa systemu powinna być łatwa i intuicyjne. Łatwa powinna być również rekonfiguracja i rozbudowa systemu.
9	Praca w środowisku rozproszonym	Działanie w środowisku rozproszonym, składającym się komputerów, sterowników i urządzeń mobilnych połączonych różnymi rodzajami sieci komputerowych.
10	Niezależność od platform sprzętowych	Możliwość działania na różnych systemach operacyjnych, oraz w oparciu o różne urządzenia techniczne (komputery, sterowniki maszyn, itp.)

W bardziej zaawansowanych rozwiązaniach system sterowania może optymalizować swoją pracę w oparciu o bieżące informacje w systemie monitorowania. System monitorowania działający na poziomie systemu wytwarzania, oprócz monitorowania stanu procesów obróbkowych i monitorowania stanu maszyn powinien również umożliwiać na śledzenie i archiwizowanie parametrów obróbki poszczególnych części. Utworzona w ten sposób historia obróbki poszczególnych części byłaby szczególnie istotna w przypadku wyrobów o dużej wartości dodanej oraz pełniących odpowiedzialne funkcje, na przykład w przemyśle lotniczym. W przypadku wystąpienia problemów jakościowych lub reklamacji analiza parametrów obróbki umożliwiłaby zidentyfikowanie potencjalnych przyczyn danego problemu. Główne wymagania, które powinien spełnić system monitorowania wytwarzaniem przedstawiono w tabeli 1.

## 5. WIELOAGENTOWY SYSTEM MONITOROWANIA I STEROWANIA

W ramach badań prowadzonych na Politechnice Warszawskiej rozwijany jest wieloagentowy system monitorowania i sterowania systemami wytwarzania [14]. Na etapie budowy prototypu systemu przyjęto następujące założenia ogólne:

- system musi posiadać budowę modułową otwartą na zmiany konfiguracyjne,
- elastyczność - możliwość dodawania nowej funkcjonalności,
- systemem wytwarzania o zróżnicowanej automatyzacji,
- system rozproszony,
- platforma systemowa bazująca na środowisku JADE,
- budowa systemu musi umożliwiać dodawanie różnych algorytmów sterowania od hierarchicznych po heterarchiczne bazujące na mechanizmie negocjacji.



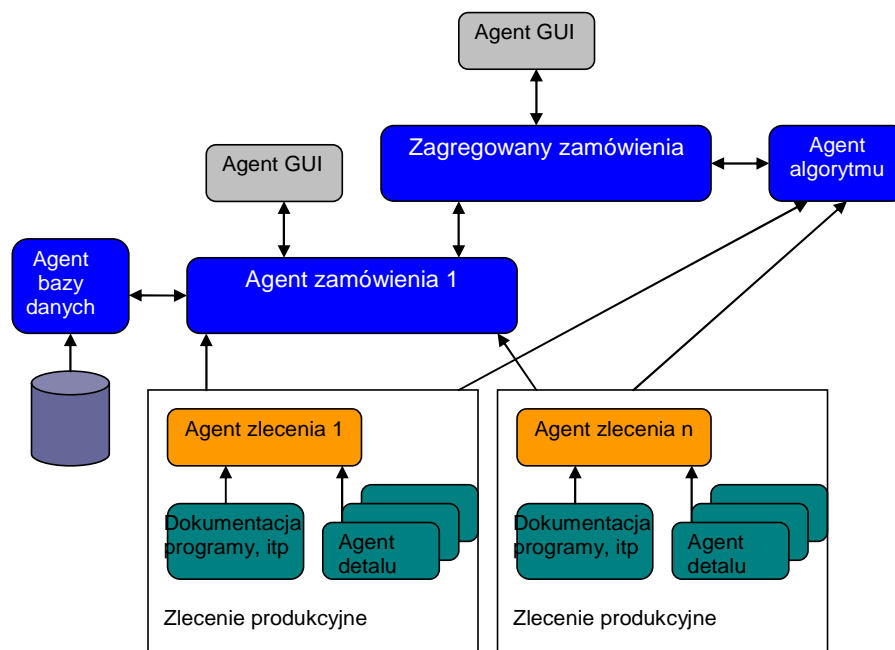
Rys. 3. Koncepcja realizacji systemu  
Fig. 3. A concept of system realisation

Budowany system ma umożliwiać kompleksowe, zintegrowane monitorowanie stanu procesu, maszyny oraz wyrobu. Jego przeznaczeniem jest wsparcie produkcji dyskretniej realizowanej w małej skali. Zgodnie z przyjętymi założeniami system musi być otwarty na zmiany konfiguracyjne, powinien posiadać możliwość łatwego dodawania dodatkowych funkcji sterowania i monitorowania oraz być zbudowany w formie modułowej,

umożliwiającej prostą budowę dowolnego systemu monitorowania dostosowanego do dowolnego systemu wytwarzania.

Architektura systemu (rys. 3) została oparta na modelu wieloagentowym [15], przyjęto trzy podstawowe rodzaje agentów:

**Agent zamówień** (rys. 4) – jego zadaniem jest monitorowanie realizacji zamówienia, gromadzenie i analizowanie danych z obróbki poszczególnych wyrobów oraz w przypadku dodania funkcji sterowania kierowanie realizacją zamówienia, pozyskiwanie zasobów, optymalizacja kosztów i czasu realizacji.



Rys. 4. Koncepcja budowy agenta zamówienia  
Fig. 4. A concept of order agent

**Agent zasobów** (rys. 5) – jego zadaniem jest bezpośrednio monitorowanie maszyny i realizowanego procesu wytwarzania. Pozyskane dane służą do analizy stanu procesu i stanu maszyny, określone dane są przekazywane do agenta zamówień informując go o stanie obrabianego przedmiotu. W przypadku dodania funkcji sterowania zadaniem agenta zasobu jest zarządzanie zasobem, np. maszyną, pozyskiwanie zleceń dla zasobu oraz optymalizacja działania.

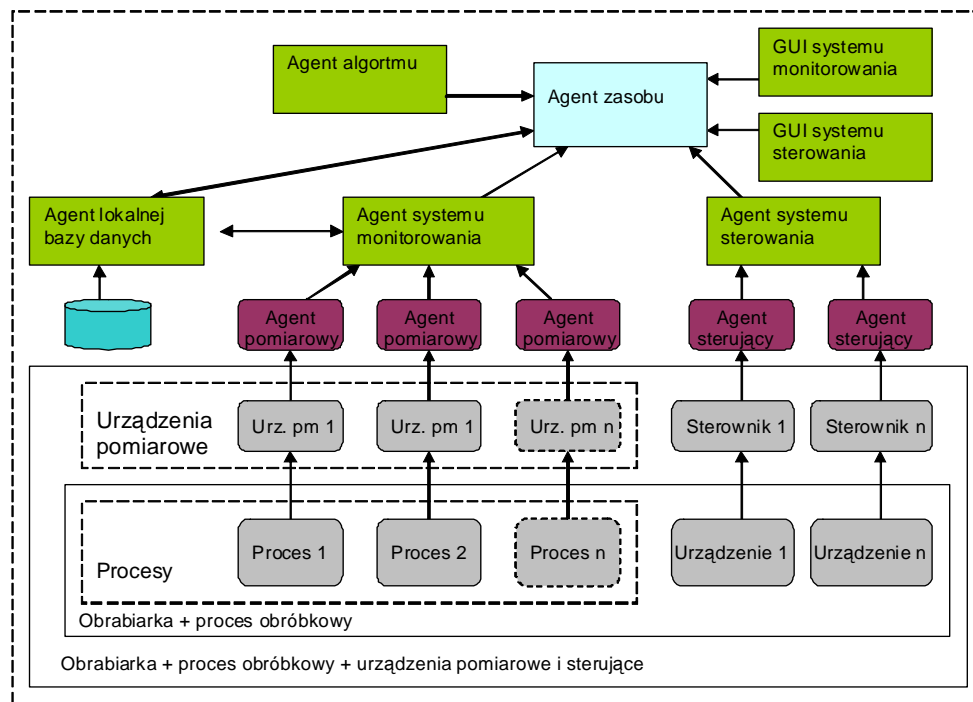
**Agent wyrobu** – jest odpowiedzialny za przechowywanie i udostępnianie informacji o informacji o technologii produkcji danego wyrobu.

Agent algorytmu – może on zostać dodany do systemu w przypadku realizacji funkcji sterujących, jego zadaniem jest dostarczenie i realizacja algorytmu sterującego działaniem systemu sterowania. Dodatkowo do systemu mogą zostać dodane agenty pełniące role usługowe, realizujące specyficzne potrzeby danego systemu.

Przyjęta koncepcja budowy systemu w oparciu o platformę wieloagentową pozwala na oparcie jego budowy o moduły mogące samodzielnie, zgodnie z własnym algorytmem



kierować swoim działaniem. Umożliwia to lokalne przetwarzanie i analizowanie danych, niezależnie od działania pozostałych części systemu.



Rys. 5. Koncepcja budowy agenta zasobu  
Fig. 5. A concept of resource agent

Przyjęta architektura pozwala również na dynamiczne dodawanie nowych agentów pozwalając na łatwą rekonfigurację systemu, także w trakcie jego pracy.

## 6. PODSUMOWANIE

Przedstawiona analiza wymagań stawianych przed systemami wytwarzania, sterowaniem nadrzędnym oraz systemami sterowania i monitorowania, jest elementem badań prowadzonych nad zastosowaniem systemów wieloagentowych. Pokazują one iż pomimo dynamicznego rozwoju systemów informatycznych nadal brakuje kompleksowych, zintegrowanych rozwiązań dostosowanych do specyfiki działania systemów wytwarzania, które pozwoliłyby w efektywny sposób budować łatwe w rekonfiguracji systemy monitorowania i sterowania przeznaczone dla małoseryjnej i jednostkowej produkcji dyskretniej. Zaprezentowana w artykule koncepcja budowy systemu służącego do monitorowania i sterowania procesów wytwórczych, procesów obróbkowych oraz maszyn i obrabiarek jest obecnie implementowana w języku Java na platformie JAGE. Stanowi ona kontynuację badań, w ramach których zbudowano prototyp wieloagentowego systemu sterowania [14].

Badania realizowane w ramach Projektu „Nowoczesne technologie materiałowe stosowane w przemyśle lotniczym” Nr POIG.0101.02-00-015/08 w Programie Operacyjnym Innowacyjna Gospodarka (POIG). Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego.

#### LITERATURA

- [1] CHOJNA J., 2011, *Konkurencyjność polskiej gospodarki w latach 2007-2010 w kontekście dotychczasowej realizacji Strategii Rozwoju Kraju 2007-2015*, Ministerstwo Rozwoju Regionalnego, Warszawa.
- [2] *The Relocation of Production Activities: Trends and Drivers*, The EU Economy 2005 Review, 2005.
- [3] VIOLA P., NELLY B., 2010, *International Science & Technology Specialisation: Where does Europe stand ?*, EC, DG for Research.
- [4] OBORSKI P., 2004, *Basic Manufacturing Units, BMU – Decentralisation of Shop Floor Control and Manufacturing Systems*, Proceedings of the III nd International Conference, International Conference on Advances in Production Engineering, APE'04, Warszawa.
- [5] MOREL G., VALCKENAERS P., FAURE J. M., PEREIRA C., DIETRICH CH., 2007, *Manufacturing plant control challenges and issues*, Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, 23, 267–275.
- [6] GUNASEKARAN A., THEVARAJAH K., 1999, *Implications of Computer-Integrated Manufacturing in Small and Medium Enterprises: An Empirical Investigation*, The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Springer-Verlag London, 15, 251-260.
- [7] MOLINA A., RODRIGUEZ C. A., AHUETT H., CORTES J. A., RAMIREZ M., JIMENEZ G., MARTINEZ S., 2005, *Next-generation manufacturing systems: key research issues in developing and integrating reconfigurable and intelligent machines*, International Journal of Computer Integrated Manufacturing 18/7, 525–536.
- [8] SZULEWSKI P., 2002, *Integracja informatyczna obrabiarek i ludzi w środowisku zakładu przemysłowego*, Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna Automation, Warszawa PIAP.
- [9] HALANG W., SACHA K., 1992, *Real - Time Systems*, World Scientific.
- [10] SACHA K., 1996, *Projektowanie systemów wbudowanych*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa.
- [11] LIS S., SANTAREK K., STRZELCZAK S., 1994, *Organizacja Elastycznych Systemów Produkcyjnych*, PWN, Warszawa.
- [12] MUN J., RYU K., JUNG M., 2006, *Self-reconfigurable software architecture: Design and implementation*, Computers & Industrial Engineering, 51, 163–173.
- [13] OBORSKI P. 2003, *Social-technical aspects in modern manufacturing*, The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 22/11-12, 848-854.
- [14] OBORSKI P., 2010, *Multiagent Shop Floor Control*, Advances in Manufacturing Science and Technology, 34/3, 61-72.
- [15] SHEN W., HAO Q., JOONG YOON H., NORRIE D., 2006, *Applications of agent-based systems in intelligent manufacturing: An updated review*, Advanced Engineering Informatics, 20, 415–431.

#### DISTRIBUTED MULTIAGENT SHOP FLOOR CONTROL AND MONITORING SYSTEM

Continuously growing international competition in manufacturing sector force companies to reduce costs, at the same time rapidly increase complexity of products and quality requirements. Continuous development of manufacturing systems and increase of customer expectations requires implementation of advanced control and monitoring systems. To meet growing requirements production process should be controlled on all steps. Systems of direct control of manufacturing system, manufacturing cells, machines and performance of orders should be used. Such a system should allow for monitoring of all steps of production process according to requirements of Life Cycle Management (LCM). In article are pointed main aspects of a distributed multiagent shop floor control and monitoring system developed at Warsaw University of Technology.