

Wojciech Żebrowski, Zbigniew Szumański

Laboratorium ERP jako generator innowacyjnych metod i koncepcji zarządzania przedsiębiorstwem

Ekonomiczne Problemy Usług nr 44, cz. 2, 409-419

2009

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.

Wojciech Żebrowski¹, Zbigniew Szumański²

LABORATORIUM ERP JAKO GENERATOR INNOWACYJNYCH METOD I KONCEPCJI ZARZĄDZANIA PRZEDSIĘBIORSTWEM

Problematyka

Laboratorium ERP Politechniki Warszawskiej jest wyposażone w 16 stanowisk roboczych połączonych w sieć lokalną z dostępem do sieci ogólnouczelnianej. Dodatkowo zainstalowany ekran i kamera wyświetlacza pozwala na elastyczną realizację dwóch głównych celów funkcjonowania laboratorium, tj. szkolenia aktywizującymi i innowacyjnymi metodami oraz testowania innowacyjnych rozwiązań w obszarze metod i koncepcji zarządzania przedsiębiorstwem. Zakres i charakterystyka działania w zakresie szkolenia i prac B+R i testowania nowych rozwiązań są przedstawione na rysunku 1.

Szkolenie uwzględnia czynnik innowacyjności poprzez stosowanie aktywizujących metod, tj. przez stosowanie następujących metod:

- Metody projektowania procesów z zastosowaniem języka UML (Unified Modeling Language) z uwzględnieniem transferu na softwarowe pakiety ERP.
- Personalizacji polegającej na tym, że każdy szkolony pracuje na własnym zindywidualizowanym modelu w tym na swoich danych rzeczywistych. Dopuszcza się stosowanie danych testowych.
- Metody bezpapierowej.
- Stosowanie elementów metody zarządzania wiedzą w zakresie udrożnienia poziomych przepływów informacji zarówno w obszarze rozwiązywania problemów, jak i pracy na poszczególnych modułach i podsystemach lub kompletnej struktury podsystemów zarządzania.

Prace badawczo rozwojowe, (B-R), testowanie nowych rozwiązań oraz generowanie innowacji w Laboratorium Systemów ERP zgodnie z rysunkiem 1 zajmują następujące obszary działania:

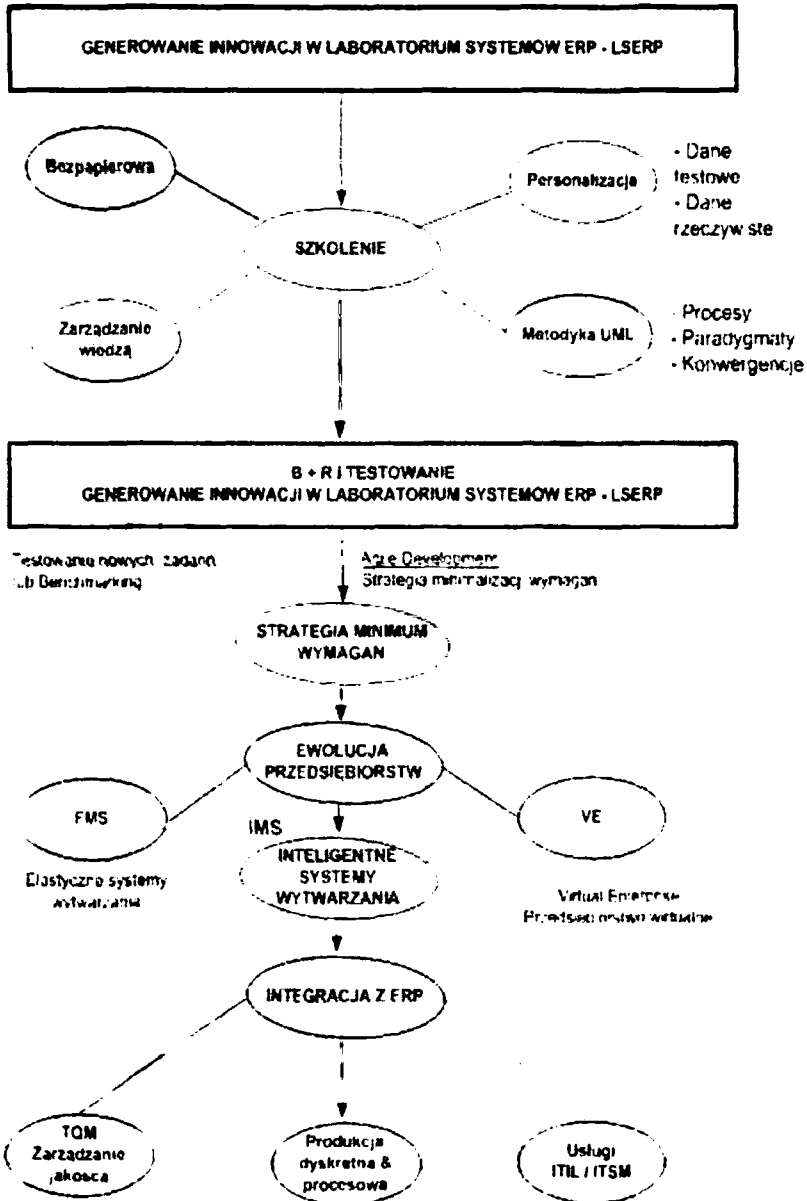
- Strategia minimalizacji wymagań (Agile Development).
- Ewolucja przedsiębiorstw sekwencji: *Produkcja ekonomiczna* ⇒ *jakościowa* ⇒ *elastyczna* ⇒ *szybka (adaptacyjna)* ⇒ *innowacyjna*. Wiodące przykłady aplikacyjne to Elastyczne Systemy Produkcyjne ESP (FMS – Flexible Manufacturing Systems), Inteligentne Systemy Wytwarzania

¹ Dr inż., Kierownik Laboratorium ERP, Wydział Zarządzania, Politechnika Warszawska.

² Dr inż., Wydział Zarządzania, Politechnika Warszawska.

IMS – Intelligence Manufacturing Systems i Wirtualne Przedsiębiorstwo
 VE – Virtual Enterprises.

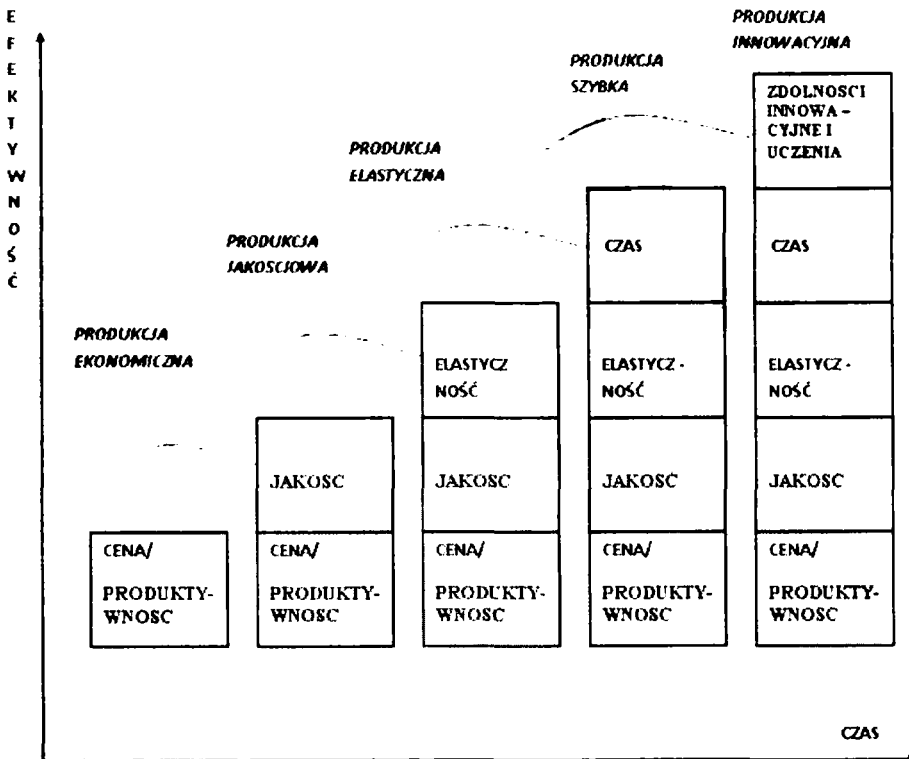
- Integracja wybranych modułów zarządzania z ERP w zarządzanie jakością (TQM Total Quality Management), integracja produkcji dyskretniej z procesową oraz podsystem „usługi” zgodny ze standardem ITIL / ITSM.



Rysunek 1. Przebieg generowania innowacji w obszarze metod i koncepcji zarządzania Przedsiębiorstwem w Laboratorium Systemów ERP.

Ewolucja przedsiębiorstw

Ewolucja przedsiębiorstw jako rezultat zmian wymagań rynku jest pokazane na rysunku 2. Sekwencja rozwojowa przedstawia następujący łańcuch: *Produkcja ekonomiczna* ⇒ *jakościowa* ⇒ *elastyczna* ⇒ *szybka (adaptacyjna)* ⇒ *innowacyjna*. Wyjaśnienia wymaga pojęcie „produkcji szybkiej” będącej synonimem adaptacyjności. Wiele wiodących firm stosujących wysoko zaawansowane technologie (takie jak IBM, HP i inne) rozumie *adaptacyjność* jako zmiany rozważanego systemu w odpowiedzi na bieżące lub antycypowane zmiany środowiska (np. zmienne życzenia klienta, wymagania i uwarunkowania rynku), tak aby zachowana była równowaga krytycznych potrzeb kosztowych z ich zwrotem, wzrostem jakości, zmniejszeniem ryzyka i usprawnienia zdolności do szybkiej reakcji na nowe zagrożenia i okazje (*agility*) [3]. Dopuszcza się stosowanie zamiast terminu *agility* termin *RT – Response Time* – czas odpowiedzi na zmiany wynikające z zagrożeń lub zmian wynikających z wprowadzenia nowych rozwiązań i okazji.

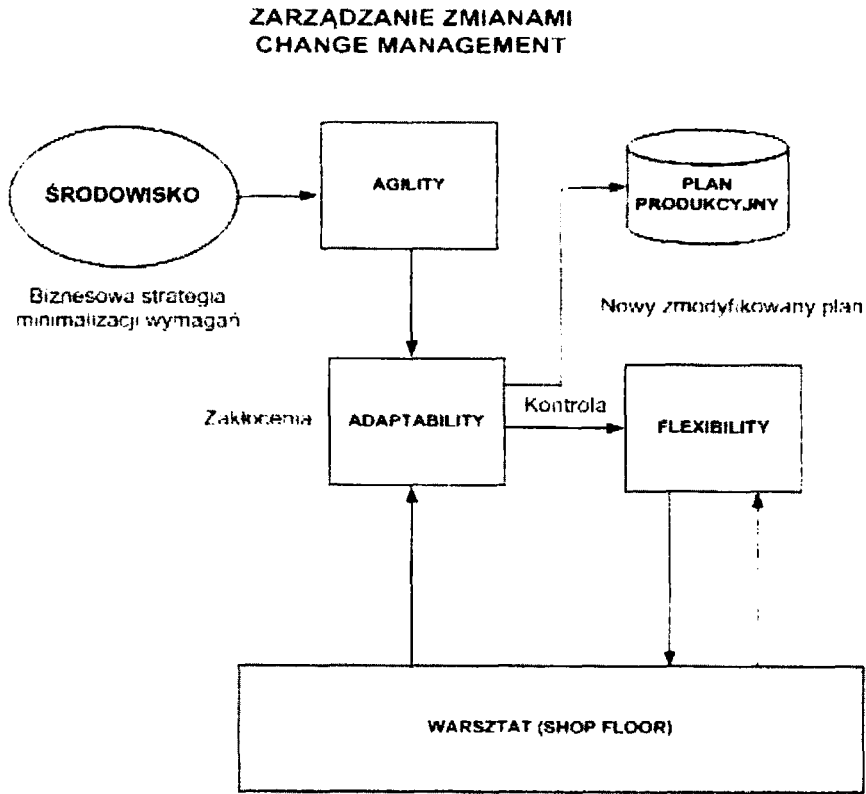


Rysunek 2. Ewolucja produkcji jako rezultat zmian wymagań rynku.

Źródło: E. Zahn, *Unternehmensuh In fraktalen Unternehmen*, Springer-Verlag, New York 1995.

Wzajemne związki i zależności pomiędzy *agility* i *elastycznością* oraz *adaptacyjnością* są przedstawione na rysunku 3. Paradygmat „*Agile Development*” rozwiązuje problem dostosowania do zmienności wymagań przez stosowanie minimalistycznej

strategii wymagań oraz funkcjonowanie trzykierunkowego przepływu informacji opisał G. R. Prochowski³.



Rysunek 3. Agility & Adaptability & Flexibility.

Źródło: *Proceedings of the Second International Workshop on Intelligent Manufacturing Systems 1999*, September 1999, Leuven Belgium, Aspects of co-operation In Distributed Manufacturing Systems, Paolo SUSA, Nuono Silva, Page 700.

Istotne jest udrożnienie kanałów trzykierunkowego przepływu informacji, tj.:

1. Developer → Developer;
2. Developer → System;
3. System → System.

Elastyczność (flexibility) związana jest z automatyką wytwarzania w małych seriach w gniazdach obróbki ubytkowej ESP. Znane są aplikacje w pokrewnych rozwiązaniach dla w pełni zautomatyzowanych procesów. Stosowana jest adaptacja „filozofii ESP” do rozległych częściowo zautomatyzowanych systemów.

Adaptacyjność można określić jako zdolność systemów do działania tak, aby dziedzina była obsługiwana przez system w sposób łatwy i szybki w odpowiedzi na

³ Pojęcie „Agile Development” i paradygmat „Agile” sformułował G.R. Prochowski. Zob.: Idem, *Wymagania i projekty*, „CIO – Magazyn Dyrektorów IT” 2006, nr 8.

najbardziej wyrafinowane zmiany środowiska. W przemyśle proces adaptacji zachodzi na poziomie warsztatu.

Agilibility jest związane z opcją strategii ciągłej reakcji na zmiany otoczenia oraz strategii biznesowej minimalizacji wymagań.

Paradygmat „agile” i o podobnym znaczeniu „agilibility” realizuje strategię minimalizacji wymagań. Stanowi ona podstawę do tworzenia licznych wariantów innowacyjnych inteligentnych systemów wytwarzania IMS (Intelligency Manufacturing Systems).

Biznesowa strategia minimalizacji wymagań

Szybkie i głębokie zmiany środowiska mają ścisłe odwzorowanie w zmiennych wymaganiach adresowanych do badanego obiektu lub procesu. Adaptacyjność staje się procesem ciągłym i w tym przypadku nadążanie za zmianami środowiska staje się wręcz niemożliwe. Skutecznym i bogatym źródłem i generatorem innowacyjnych rozwiązań w powyższej dziedzinie jest odniesienie do teorii ewolucji biologicznej. Mówi się o całej grupie systemów typu DARWIN, a w tym:

- Minimalistyczna strategia wymagań realizowana przez „Agile Development”.
- Inteligentne Systemy wytwarzania IMS o szybkiej reakcji na zmiany środowiska i bogatych możliwości generowania innowacyjnych rozwiązań.

Minimalistyczna strategia wymagań w biologicznej ewolucji pozwala na przetrwanie i zwycięskie konkurowanie w burzliwym otoczeniu. Obiekty ewolucyjne na początku swojej ścieżki rozwojowej charakteryzuje się „bylejakością” wymagań, i minimalną złożonością adekwatną do wymagań koniecznych do przeżycia. Organizm działa, ale po amatorsku, kulawo. Ostra selekcja ewolucyjna w trakcie rozwoju eliminuje nieudane warianty pozostawiając zwycięskie organizmy. Pozostawione niektóre niedoskonałości są w pełni rekompensowane szybkością zmian, a tym samym zapewnienie sobie preferencji możliwie po najniższych kosztach. Jednak zwycięskie organizmy mimo niedoskonałości muszą charakteryzować się strukturalnym potencjałem zdolności do zmian.

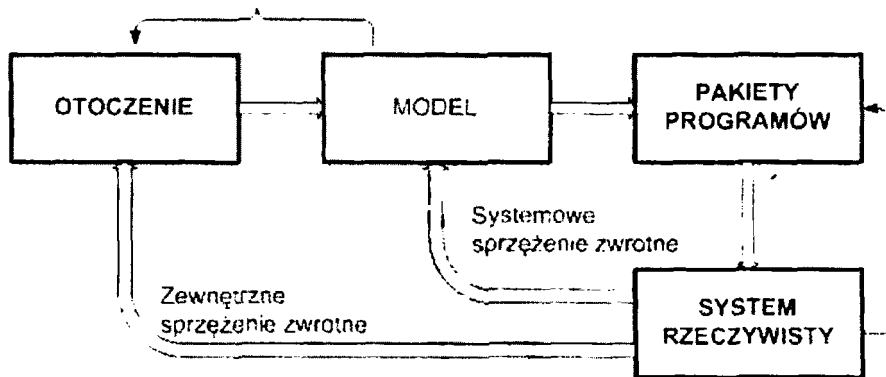
Należy zadać sobie istotne pytanie: jak wyglądać będzie transfer i „przetłumaczenie” języka biologicznej ewolucji na język techniki. Problem ten może być rozwiązany przez budowę i wdrażanie inteligentnych systemów wytwarzania IMS. System taki spełnia paradygmaty „agile”, który ma wbudowane procedury umożliwiające *ciągłe* wprowadzanie do systemu zmian adaptacyjnych. Nowe podejście zakłada przebieg procesów adaptacyjnych w sposób ciągły – „on line”, w której każdy incydent natychmiast wywołuje natychmiastową reakcję homeostazy. W procesie tym ważną rolę spełnia syndrom likwidacji lub minimalizacji luki semantycznej pomiędzy modelem organizacji procesowej, a komputerowym systemem wspomagania decyzji w zarządzaniu prowadzi do zachowania swobodnego trzykierunkowego przepływu informacji, a tym samym minimalizacji RT i realizację paradygmatu *Agile*. Zastosowanie języka, UML w procesach modelowania umożliwia techniczną realizację ciągłego i trzykierunkowego przepływu informacji przez:

- Minimalizację luki semantycznej. Według G.H. Prochowskiego³ dla systemów inteligentnych proces ciągłego uczenia się jest realizowany dzięki nieustannej komunikacji między deweloperami i deweloperami, między deweloperami i użytkownikami (klientami), oraz użytkownikami i użyt-

kownikami. Minimalizacja luki semantycznej udrażnia kanały przepływu danych przez likwidację barier i pojęć semantycznych. Jest to warunek prawidłowego funkcjonowania systemów IM na powiedzieć, że występuje tu „Syndrom Wieży Babel”.

- Wielokrotne użycie (Reusable) umożliwiające wybiórcze i głębokie zmiany strukturalne, bez konieczności modyfikacji całego systemu. Rejestrowane udane zmiany i modyfikacje umożliwią tworzenie baz wiedzy.

Podstawowa reguła określająca inteligentne systemy wytwarzania IMS jest przedstawiona na rysunku 4.



Rysunek 4. Funkcjonowanie inteligentnych systemów wytwarzania IMS.

Opisująca schemat dwupunktowa reguła brzmi:

1. Wszelkie zmiany otoczenia odwzorowane są w świecie wirtualnym, tj. w modelu przebiegu procesów. Stosujemy tu model przebiegu procesów wytwarzania i usług zbudowany z użyciem języka UML.
2. Wszelkie zmiany systemu rzeczywistego uruchamiają dwie pętle sprzężenia zwrotnego, tj.:
 - Wewnętrzną zwrotnie przenoszącą zmiany systemu rzeczywistego na model i pakiety programów ERP. Obecnie stosujemy pakiet MFG/PRO firmy QAD.
 - Zewnętrzną zwrotnie przenoszącą zmiany systemu rzeczywistego na otoczenie (jest to np. zmiana otoczenia w wyniku kreowania rynku przez system lub liczne i gwałtowne zmiany wymagań użytkowników).

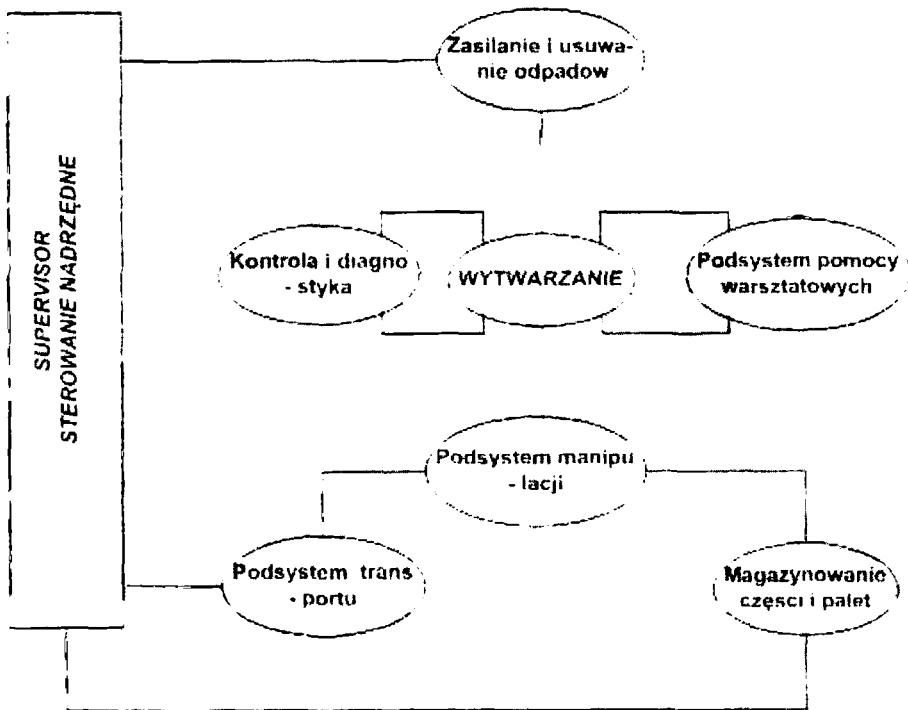
Inną cechą charakteryzującą systemy inteligentne jest modelowa integracja elementów procesu wytwarzania lub procesu usługowego z zadaniami operatorów i kierownictwa (Job Description). Można mówić o konwergencji z systemem ICOM (Input, Control, Output, Mechanizm) w ramach modelowania strukturalnego IDEF. Takie samo podejście stosuje się do definiowania przepływu pracy – Work Flow.

Istnieje też możliwość nowego podejścia do modelowania procesów w systemach IMS. Nowość polega na konfigurowaniu narzędzi projektowania modelu indywidualnie przystosowując je do potrzeb każdego indywidualnego projektu. Ta właściwość umożliwia wprowadzanie zmian strukturalnych w czasie zbliżonym do rzeczywistego.

Oprócz inteligentnych systemów wytwarzania ścieżki ewolucji przedsiębiorstw prowadzą do elastycznych systemów produkcyjnych ESP (FMS) oraz do wirtualnego przedsiębiorstwa VE Virtual Enterprise.

Systemy stosujące Hi-Tech – Elastyczne Systemy Produkcyjne ESP

Systemy ESP po przełamaniu bariery wysokich kosztów poprzez przeprowadzeniu standaryzacji elementów mechanicznych i sterowania przeżywają niemal lawinowy renesans. Przykładowy przebieg procesów w ESP jest pokazany na rysunku 5.



Rysunek 5. Przebieg procesów w ESP.

Przebieg ten tworzy mapę procesów dla produkcji dyskretniej o następujących elementach:

- Wytwarzanie;
- Manipulacja;
- Transport i magazynowanie części i oprzyrządowania;
- Kontrola i diagnostyka;

- Zasilanie i usuwanie odpadów;
- Sterowanie nadzorcze – Supervisor

Przedstawione powyżej może być łatwo wdrożone z produkcji dyskretną na procesową przy zachowaniu pełnej automatyzacji i pełnej elastyczności. Na uwagę zasługuje obecnie funkcjonujące rozwiązanie systemu Cargo i cateringu na lotnisku w Helsinkach. Skutecznie zastosowano paradygmat ESP dla systemów usługowo-procesowych. Podobnie transfer wiedzy może być zastosowany przy modelowaniu produkcji procesowej, a w szczególności produkcji metalurgicznej i rolno-spożywczej.

Wirtualne przedsiębiorstwo (VE – Virtual Enterprise)

Koncepcja wirtualnego przedsiębiorstwa (Virtual Enterprise – VE) polega na stworzeniu takiej organizacji, aby składowe jednostki produkcyjne, nie tracąc swej autonomii i swej elastyczności działania, były tak zorganizowane, że ich efektywność i konkurencyjność była taka sama jak dużych korporacji. Koncepcja VE daje możliwość dowolnego i dynamicznego łączenia się przedsiębiorstw w związki federacyjne koordynowane przez tzw. „moduł koordynacyjny”, który świadczy usługi przedsiębiorstwom w zakresie łączenia przedsiębiorstw w sieć, celem rozszerzenia swoich granic nawet poza krajem, utrzymywanie kontroli nad swoimi głównymi dostawcami (np. kontrola terminów i jakości). Oprócz tego celem i motywacją jest udział w niektórych okazjach rynku, ustalanie łańcucha dostaw od surowca do końcowego klienta, usprawnienie jakości i reprezentacji na rynku, obecność w różnych rejonach geograficznych świata oraz komputerowo wspomagane zarządzanie poszczególnymi przedsiębiorstwami. Usługi informatyczne realizujące te cele świadczone są i procesowej. Organizowanie przedsiębiorstw wirtualnych ma szczególne znaczenie nie tylko dla produkcji elektromaszynowej (dyskretnej), ale i produkcji procesowej w tym dla polskiego rolnictwa. Koncepcja tworzenia i kontroli przebiegu eksploatacji VE wykorzystuje paradygmat „kontrolera lotu”.

Uzasadnienie podobieństwa streszcza się w następujących punktach:

1. Przedsiębiorstwo VE i samolot mogą być określone jako holony, których cechuje duża autonomia, ale ograniczona przez współdziałające obiekty i sterowanie nadrzędne, tj. moduł koordynacyjny lub wieża kontrolna.
2. Obiekty (VE lub samoloty) pojawiają się i znikają tworząc szybko zmieniające się struktury. Emitowane są zadania w charakterze misji i ich realizacja w formie transportu.
3. Działanie całego systemu odbywa się w czasie rzeczywistym.
4. Każdy obiekt ma do wykonania jakąś misję koordynowaną przez wieżę kontrolną i wzajemne relacje pomiędzy obiektami. Przykładowo dla obiektu misją może być następujące działanie:
 - Lot od miejsca startu do lądowania;
 - Transport naziemny i manipulowanie ładunkami (ludzie i towary);
 - Ciągła komunikacja i korygowanie działania;
 - Interakcja z innymi obiektami.
5. Definiowanie i realizacja *zbiornej misji*, np. optymalizacja funkcjonowania pasów startowych.
6. Działanie kontrolera lotów jest ściśle zdefiniowane i może służyć jako wzorzec dla modułu koordynacyjnego VE.

7. Postępowanie w przypadku niesprawności i awarii jest ściśle zdefiniowane i może służyć za wzorzec dla funkcjonowania VE. Można zastosować standard ITIL/ITSM.

Paradygmat kontrolera lotów jest przykładem innowacyjnego podejścia do projektowania i eksploatacji VE. Wykorzystane będzie zjawisko konwergencji pomiędzy funkcjonowaniem wieży kontrolera lotów, a działaniem modułu koordynacyjnego VE. Innym przykładem jest zdefiniowanie modułu koordynacyjnego VE przy pomocy pakietu ERP MFG/PRO firmy QAD. Potwierdzenie w Laboratorium ERP przydatności takiego podejścia ma wielkie **znaczenie** w radykalnym polepszeniu efektywności małych i średnich przedsiębiorstw.

Integracja wybranych modułów ERP

Procesy integracyjne zawsze są źródłem innowacyjności przynoszącym wymierne korzyści w procesach zarządzania. Należy wyróżnić następujące procesy integracyjne:

- Integracja w ramach ERP autonomicznego podsystemu zarządzanie jakością (TQM Total Quality Management).
- Integracja w ramach ERP autonomicznego podsystemu „usługi (Service)” zgodny ze standardem ITIL . ITSM.
- Integracja produkcji dyskretnej z procesową, którą omówimy bardziej szczegółowo.

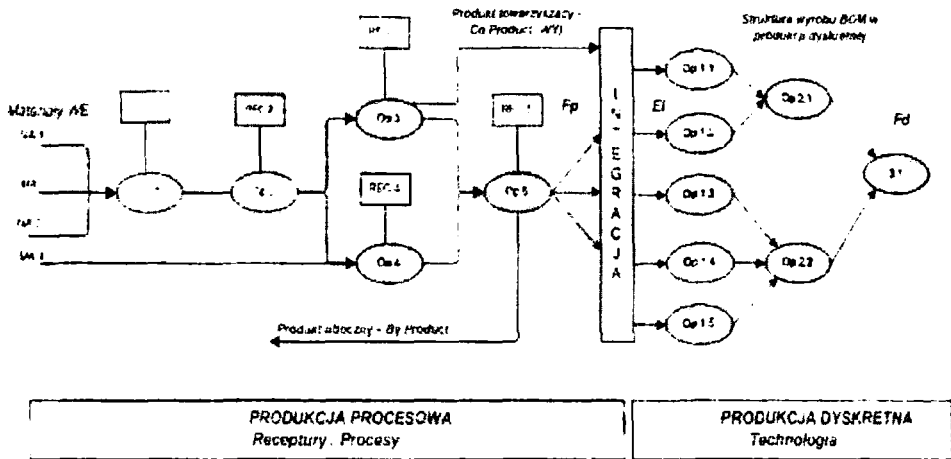
Integracja przebiegu produkcji procesowej z dyskretną jest pokazana na rysunku 6. Tworzenie jednolitej sieci integracyjnej jest szczególnie innowacyjno-genne, ponieważ w praktyce rzadko występują przebiegi o charakterze czystym procesowym lub dyskretnym. Przeważnie przebiegi technologiczne mają charakter mieszany. Dotychczasowe metody projektowania i wdrażania były nieefektywne szczególnie dla dużych i złożonych obiektów. Przedstawione na powyższym rysunku modele przebiegów zintegrowanych procesów technologicznych wykonanych metodą „przypadków użycia” w języku UML powinny przynieść wymierne i duże efekty.

Wnioski

W wyniku racjonalnego wykorzystania możliwości Laboratorium ERP można sformułować następujące wnioski:

1. Laboratorium ERP jest ośrodkiem generowania innowacji przez stosowanie aktywizujących metod szkolenia oraz przez testowanie nowych rozwiązań.
2. Pakiety rynkowe systemów ERP stają się głównym softwarowym modułem wspomagającym tworzenie i testowanie nowych rozwiązań. Obecnie stosujemy pakiet ERP MFG/PRO firmy QAD.
3. Rozwinięta koncepcja biznesowej strategii **minimalizacji** wymagań w procesach B+R staje się podstawą do definiowania budowy i działania inteligentnych systemów wytwarzania IMS.
4. Systemy IMS wraz z elastycznymi systemami wytwarzania ESP (FMS) oraz z systemami wirtualnego przedsiębiorstwa (VE – Virtual Enterprise) plasują się na najwyższym poziomie ewolucji systemów wytwarzania i systemów usługowych.

PRZEBIEG ZINTEGROWANEJ PRODUKCJI PROCESOWEJ I DYSKRETNEJ



Oznaczenia:

1. MA, MA 2 Materiały wejściowe (WE) – Komponenty – składniki surowca o strukturze danych (BOM – produkcja procesowej)
2. Op 1, Op.2 Operacje technologiczne dla produkcji procesowej jako moduł Receptura - Proces. W każdej operacji zachodzi transformacja WE → WY
3. Rec 1, Rec 2. Receptury związane z procesami. Realizowana jest procedura konwergencji w stosunku do Struktury Wyrobu BOM dla produkcji dyskretny
4. Oznaczenia. Fp - wyrob finalny produkcji procesowej, Ei - Element wejściowy produkcji dyskretny jako wynik transformacji „Fp → Ei”

Rysunek 6. Zasady działania produkcji procesowej i dyskretny.

Literatura

1. Coad P., Yourdon E., *Analiza obiektowa*, Oficyna wydawnicza Read Me, Warszawa 1994.
2. Susa P., *Nouno Silva Aspects of co-operation in Distributed Manufacturing systems, Proceedings of the Second International Workshop on Intelligent Manufacturing Systems 1999*, September 1999, Leuven Belgium, Page700.
3. Prochowski G.R., *CIO Wymagania i projekty*, „CIO – Magazyn Dyrektorów IT” 2006, nr 8.
4. Zahn E., *Unternethmensuh in fraktalen Unternehmen*, Springer-Verlag, New York 1995.

Summary

ERP LABORATORY AS A GENERATOR OF THE INNOVATIONS METHODS AND CONCEPT FOR ENTERPRISE MANAGEMENT

Innovation generating in ERP Laboratory is presented in two areas:

1. Training according to UML method – Unified Modeling Language, personalization and knowledge management.
2. Innovation Management for aiding of the R&D processes by testing possibilities of the new solutions.

Analysis possibility of the innovation changes as a pattern for enterprises evolution. It is taking into account Intelligent Manufacturing Systems IMS, Virtual Enterprises VE, and Flexible Manufacturing Systems FMS. Analysis also contains the following integrated systems i.e. Total Quality Management TQM, Service Management ITIL/ITSM and mutually integrated discrete and process production. Also is described „Minimalist Requirements Strategy”.