

Prof. Dr.-Ing. Uwe Meinberg<sup>1</sup>, Dipl.-Ing. Matthias Stübner<sup>2</sup>, Dipl.-Ing Stefan Schnabel<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Fraunhofer-Anwendungszentrum für Logistiksystemplanung und Informationssysteme (ALI), Cottbus;  
<sup>2</sup>Brandenburgische Technische Universität Cottbus, Lehrstuhl Industrielle Informationstechnik

## **Integracja pionowa automatyzacji procesu jako konieczny wkład w efektywne zarządzanie łańcuchem dostaw (Supply Chain Management)**

### *Abstract*

*Dzięki zastosowaniu programów sterowania i wizualizacji – równolegle inwestując w systemy Enterprise Resource Planing (ERP) do automatyzacji zorientowanych na klienta procesów, przedsiębiorstwa zoptymalizowały i polepszyły swoje wewnętrzne funkcjonowanie. Pod wpływem warunków globalizacji, silnie specjalizowanego świata, metoda zarządzania łańcuchem dostaw (SCM) dowiodła swojej skuteczności w praktyce. W tym artykule pokażemy wyzwania jakie wyzwania stoją przed wewnętrznymi strukturami informatycznymi przedsiębiorstwa, jak i potrzebę oraz korzyści z połączenia wyższych warstw z warstwą automatyzacji przedsiębiorstwa, omawiane będą istniejące i możliwe rozwiązania takiej integracji.*

## **1. WYMUSZENIE ZMIAN**

### **1.1 Rozwój otoczenia przedsiębiorstwa jako powód konieczności zmian**

Im wyższa dynamika rynku i nieustannie zmieniające się czynniki obszarów funkcjonowania przedsiębiorstwa, tym bardziej uwydatniają się punkty dyskusji w ostatnim czasie. Wiele z przedsiębiorstw zostaje skonfrontowana z malejącym przywiązaniem do marki, nowymi wyzwaniami zaspakajania indywidualnych potrzeb klienta oraz z koniecznością polepszenia obsługi, oraz z malejącym zapotrzebowaniem.

[11][12]

Z powodu postępującej globalizacji rośnie nacisk na konkurencyjność. Kolejne pola do rozwiązania pojawiają się w miarę zwiększania stanu specjalizacji i lokalnej, podzielonej produkcji tak jak rozproszenia nowych technologii informacyjnej [5]

Na tym polu nie znajduje się już autonomiczna, optymalizacja wewnętrznych procesów przedsiębiorstwa. Zdecydowanie ważniejszym staje się rola łańcucha kosztów, badanie i próby jego optymalizacji [13]. Zastosowanie zarządzania łańcuchem dostaw (SCM) umożliwia sprostanie tym wymaganiom.

**1.2. Zastosowanie zarządzania łańcuchem dostaw jako dopasowanie organizacyjne**  
Podejście SCM wydaje się być zasadne. Zwrot Supply Chain Management opisany jest jako koordynacją przepływu materiałów i informacji w procesie łańcucha dostaw by cały proces zarówno czasowo jak i kosztowo opisać. Poprzez Supply Chain Management zoptymalizować można wielkości zamówień, terminy dostaw, transport i stany magazynowe a tym samym doprowadzić do zmniejszenia kosztów całkowitych jak i krótszych terminów dostaw dla odbiorcy końcowego. Decydująca w tym połączeniu jest zmieniająca się perspektywa optimum kosztów i czasu, droga od wewnętrznego spojrzenia na przedsiębiorstwo do spojrzenia całościowego na proces wytwarzania [3].

### **1.3. Wyzwania dla wydajnego SCM**

Z powodu zawsze zawirowanego środowiska (warianty, zmniejszenia popytu) kierunku rozwoju pozwalają się trudno i nie dokładnie prognozować. Pod uwagę należy dodatkowo wziąć wykazane wysokie skomplikowanie systemu łańcucha zaopatrzenia. Niespodziewane zdarzenia, jak postój linii produkcyjnej przedsiębiorstwa w łańcuchu dostawców lub zmiana zapotrzebowania prowadzą do większych kosztów (amortyzacja niesprzedanych wyrobów, zamrożenie kapitału, kary za niedotrzymanie umów). Wyzwanie polega na tym by jak najlepiej poradzić takim nieprzewidywanym wypadkom. Potencjał systemu na reagowanie na nieprzewidywalne i dostosowywanie się do nowych możliwości nazywany będzie jako zdolność do reakcji [4].

Nowoczesne systemy planowania potrafią z wystarczającą prędkością adaptować się do tych sytuacji i konfiguracji np. dopasowywać parametry łańcucha dostaw. Podstawowym wyzwaniem dla wysokiej zdolności reakcji jest centralna dostępność aktualnych informacji odpowiednich przedsiębiorstw łańcucha, np. informacji na temat aktualnych postępów produkcji, stanów magazynowych, terminów dostaw, ograniczeń potencjału lub informacji o przestojach.

Jeżeli informacje nie mogą zostać udostępnione przez partnerów w czasie rzeczywistym, poprzez propagację czasową powstaje luka w informacji, która zmniejsza zdolność do reakcji a tym samym zmusza przedsiębiorstwo do zachowania marginesów bezpieczeństwa i tworzenia rezerw kapitałowych. Im dłuższa droga takiej informacji tym większy staje się czynnik niepewności [1].

Uwidaczniająca się tutaj koniecznością jest połączenie wszystkich ważnych warstw przedsiębiorstwa, w szczególności warstwy produkcyjnej z działającym systemem planowania (ERP), tylko w ten sposób można utrzymać wystarczającą szybkość obiegu informacji.

## **2. MIS/MES**

MIS (management information systems) to określenie systemu komputerowego w przedsiębiorstwie, który dostarcza informacje o aktualnych procesach w nim zachodzących. Z punktu widzenia automatyki jest to system wizualizujący stan procesu produkcyjnego na podstawie danych zapisanych w sterownikach. Pozwala on na kontrolę procesu, diagnozę sprzętu, archiwizację zmiennych procesowych oraz prowadzenie różnorodnych statystyk. Aktualnie mamy do czynienia z coraz wyższą złożonością takich systemów, związane jest to koniecznością opanowania coraz bardziej skomplikowanej struktury systemów informatycznych przedsiębiorstwa, w którym automatyka sięga coraz większej liczby elementów procesu produkcyjnego. W związku

z takimi wymaganiami następuje rozbudowa systemów MIS, zintegrowane stanowiska przejmują część funkcji wcześniej zdefiniowanych dla MES (Manufacturing Executing Systems), które to systemy definiujemy jako zarządzające w czasie rzeczywistym procesami przedsiębiorstwa. Dlatego w dalszej części posługiwać będziemy się oznaczeniem MIS/MES dla systemów zapewniających następujące funkcje:

- rejestrację danych o produkcji,
- zarządzanie procesami produkcyjnymi,
- zarządzanie utrzymaniem ruchu,
- przydział zasobów i kontrole ich statusu,
- analizę efektywności.

Z punktu widzenia automatyki MIS/MES to system komputerowy umożliwiający zarówno wizualizację procesu produkcyjnego jak i interakcje z nim w czasie rzeczywistym. Ponadto systemy te integrowane są także z warstwą oprogramowania sterowników, by zmniejszyć niedogodności związane ze zmianami w konfiguracji i oprogramowaniu oraz zaprzęgnięciu kolejnych elementów procesu produkcyjnego do systemu informacyjnych przedsiębiorstwa. Stwarza to konieczność opanowania tej coraz bardziej skomplikowanej struktury, najlepiej przy pomocy prostych i przyjaznych narzędzi inżynierskich, które umożliwiły by konfigurację i parametryzację całego systemu a tym samym całego procesu technologicznego.

Z punktu widzenia MIS/MES wskazana jest integracja systemu w różnych płaszczyznach:

#### **Integracja pozioma**

Integracja pozioma polega na możliwości stosowania jednolitych komponentów hardware'owych i software'owych do wszystkich aplikacji związanych z procesem produkcyjnym. Dotyczy to także przygotowania produkcji, utrzymania ruchu, procesów logistycznych i bilansujących produkcję.

#### **Integracja pionowa**

Główną cechą integracji pionowej jest całościowy i przezroczysty przepływ danych z poziomu systemów nadrzędnych (ERP, MES) przez system wizualizacyjny i sterowania aż do warstwy aparatury obiektowej. Mamy do czynienia z coraz większym splataniem systemów automatyzacji z nowoczesnymi technologiami informatycznymi, szczególnie w ramach dużych międzynarodowych korporacji, gdzie wymagany jest dostęp do dowolnych danych produkcyjnych z dowolnego miejsca ogólnosiwiatowej sieci korporacyjnej.

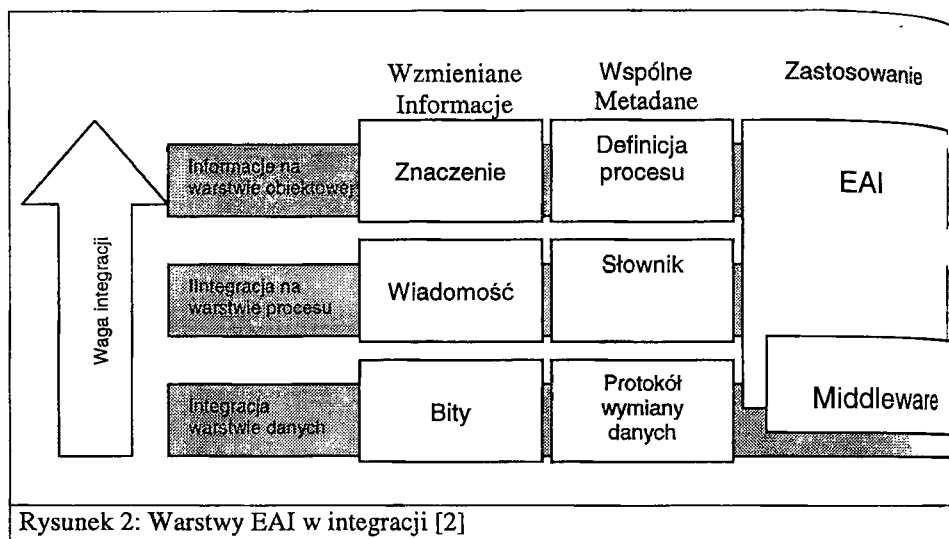
#### **Integracja z nowoczesnymi systemami IT**

Dla klientów coraz większą rolę odgrywa obecnie możliwość integracji procesów automatyzacji z nowoczesnymi technologiami informatycznymi (IT). Zarządzanie procesem technologicznym, optymalizacja procesów oraz systemy planowania produkcji stają się nowym wyzwaniem dla systemów. Ogólna globalizacja procesów produkcyjnych wymusza w coraz większym stopniu racjonalizację zasobów lokalnych oraz konieczność wprowadzenia sprawdzonych zasad rozliczenia produkcji we wszystkich lokalnych filiach międzynarodowych koncernów.

### 3. TECHNOLOGIE DO INTEGRACJI MIĘDZYSYSTEMOWEJ

Pod terminem Enterprise Application Integration (EAI) znajdują się zarazem architektura, technologie jak i metody.

EAI koncentruje się na integracji hardware'owej jak i software'owej z celem przedstawienia procesów biznesowych, które przekraczają pojedyncze systemy. EAI eliminuje często spotykane połączenia punkt-punkt i znacznie redukuje liczbę i skomplikowanie interfejsów łączących systemy.



Przez bazujące na EAI połączenia systemów informatycznych możliwe jest zredukowanie efektu Bullwhip:

Wytwórcy są w stanie poprzez połączenia EAI tworzyć prognozy bezpośrednio na podstawie danych sprzedaży, zamiast jak dotychczas na podstawie odbiorów zmagazynowanych warstw.

W akapicie 1.3 zarysowane są ogólne cele po adaptacji i zdolności do szybkiej reakcji które mogą być lepiej zrealizowane poprzez zastosowanie EAI.

Poprzez używanie standardowych usług sieciowych (SOAP, UDDI) (SOAP, UDDI)<sup>1</sup>, które używają rozpowszechnionych standardów jak XML czy TCP/IP, przedsiębiorstwa mogą dowolnie łączyć operacyjne systemy zewnętrzne jak i wewnętrzne z innymi systemami wyższych warstw (Rysunek 2).

Co prawda od początku lat dziewięćdziesiątych istniały już technologie, które wspierają kompatybilność systemów (np. CORBA, DCOM)<sup>2</sup>, jednak połączone jest to z

<sup>1</sup> SOAP: Simple Object Access Protocol; UDDI: Universal Description, Discovery, and Integration

<sup>2</sup> CORBA: Common Object Request Broker Architecture; DCOM: Distributed Component Object Model

koniecznością programowania wysokopoziomowego. Ta funkcjonalność odpowiada drugiej warstwie (Integracja na warstwie obiektu) w rysunku 1.

Nowoczesne narzędzia EAI pozwalają użytkownikowi bardzo szybko i prawie bez wiedzy o technicznych szczegółach integrować systemy (zero coding access to applications)

Zobrazowana „logika przedsiębiorstwa“ bazuje głównie na prostych wskazaniach „jeżeli to” (business rules), które oczywiście porządkują jak informacje przesyłane są po przedsiębiorstwie.

Dopasowania do nowych zadań wykonywane są manualnie i aktualnie samoczynnie nie możliwe. W przyszłości do tych celów mogą być zastosowane metody sztucznej inteligencji jak np. mechaniczne uczenie się za pomocą sieci neuronowych lub agentów [6].

Oprogramowanie EAI nie zapewniają interpretacji, podsumowania, informacji o przesyłanych danych.

#### 4. ZALETY I MOŻLIWOŚCI PIONOWEJ INTEGRACJI

Systemy do integracji systemów informatycznych mają poza zadaniem transformacji danych, je najpierw przygotować. Pod przygotowaniem rozumiemy kompresje, tłumaczenie, agregowanie w szczególności łączenie, filtrowanie i kwalifikowanie [8]. Integracja pionową systemów informatycznych planowania i warstwy procesowej mocno koncentruje się na filtrowaniu i kompresji, ponieważ wielkość danych z warstwy procesowej jest dużo większa niż tej z warstwy planowania. Potrzeby integracji są analogiczne do 6 wymagań w logistyce [7]. Zadaniem integracji jest:

- Odpowiednie informacje o obiekcie integracji,
- odpowiednim czasie,
- W odpowiednim miejscu (właściwy system informatyczny),
- Z odpowiednią jakością,
- W odpowiedniej ilości i
- Za odpowiednią cenę.

Jednakże w dalszych rozważaniach jakość integracji pojmowana będzie jako meta cecha, która powstaje z połączenia pozostałych pięciu.

Formy integracji różnią się pomiędzy sobą stopniem cykliczności wymiany danych. Mogą być regularne, zależne od zdarzeń lub od całościowej sytuacji produkcji. Regularne pociągają za sobą wymiany danych w stałych odstępach czasu. Zależne od zdarzeń oznacza, że moment zaistnienia pewnego konkretnego stanu lub zdarzenia powoduje wysłanie porcji informacji niezależnie czy dane są potrzebne. Natomiast dla integracji zależnej od całościowej sytuacji dane przesyłane są w zależności od sytuacji w jakiej znajduje się przedsiębiorstwo i jego otoczenie. Moment taki scharakteryzowany jest przez zestaw zdarzeń, różnorodne procesy brane są pod uwagę przy wysyłaniu danych.

Poprzez bezpośrednią integrację za pomocą EAI dane można przysyłać z procesu w szczególności z warstwy procesowej, bezpośrednio 1 do 1 lub poprzez proste operacje złożone i przekształcone dla warstwy planowania. Dane będą przy tym zawsze przekazane wtedy, gdy zostają pobrane, jak również regularnie i zależnie od

całościowej sytuacji. Z jednej strony często danym z warstwy procesowej nie można przydzielić kontekstu a priori (dane + kontekst = informacja), który konieczny jest w warstwie planowania. Z drugiej strony wielkość przychodzących danych nie da się wystarczająco zredukować, by w wystarczającym stopniu zredukować obciążenie systemu warstwy planowania.

MES/MIS kierują planowaniem, śledzeniem i organizacją wszystkich elementów produkcji razem i połączyć, również obsługa zamówienia w warstwie planowania jak ze systemem sterowania w produkcji. Obok komponentów standardowych by przekształcić i agregować, oferowane są dodatkowe osobne narzędzia na bazie logiki rozmytej i sieci neuronowej, by przy ich pomocy dane kompresować, filtrować i wartościować [9]. Wymiana danych występować może regularnie, zależne od zdarzeń lub ograniczenie od całościowej sytuacji produkcji. Ograniczone ponieważ sytuacja musi być wcześniej zdefiniowana a reguły i sekwencje dla różnych sytuacji w systemie sprecyzowane. Dlatego przy pomocy MES/MIS możliwe jest stworzenie tylko w ograniczonym stopniu plastycznego rozwiązania dla pionowej integracji systemów informacyjnych.

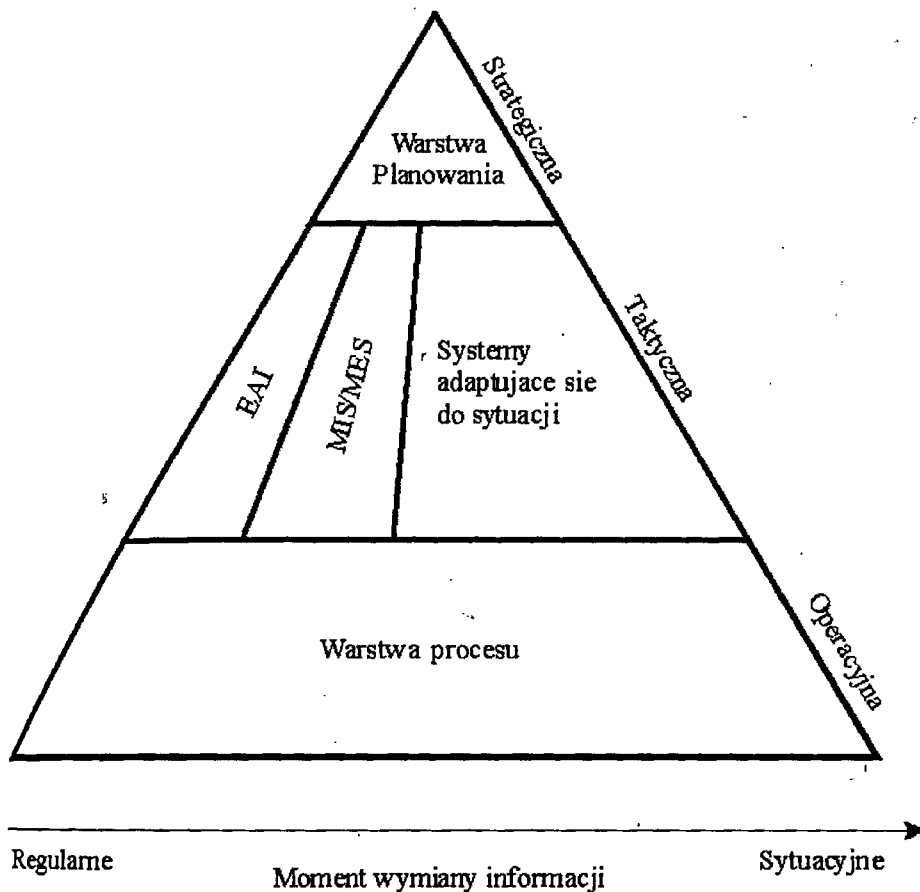
Tak jak na rysunku 2 przedstawiono, do integracji warstw planowania i procesu konieczne są dodatkowe systemy, które zapewnią efektywne i wydajne sterowanie procesami przedsiębiorstwa, poprzez udostępnienie danych i informacji o nich i ich otoczeniu.

## 5. NOWE ZASTOSOWANIA PIONOWEJ INTEGRACJI

Głównym problemem przy zamykaniu luki w zapotrzebowaniu na pionową integrację jest z jednej strony zapewnienie zależności od całościowej sytuacji produkcji z drugiej, zapewnienie łatwo dostosowujących się rozwiązań. Sposób rozwiązania tych trudności proponuje metoda samoorganizujących się map (self-organizing maps) [10] w kombinacji z rozumowaniem opartym na precedensach (Case based reasoning) [14].

Przy pomocy samoorganizujących się map można analizować stany systemu i odpowiednio wcześniej wykrywać zmiany w jego utrzymaniu, na przykład takie, które mogą prowadzić do sytuacji krytycznych. Zaletą tej metody jest to że dla identyfikacji zmienionych, awaryjnych stanów, nie konieczne jest dostarczenie danych z przeszłości. W ten sposób można na czas identyfikować krytyczne stany systemu.

W momencie rozpoznania stanu tą metodą, możliwe jest rozpoczęcie większego zapotrzebowania na informacje w różnych systemach, by możliwe było dostarczenie danych z przeszłości o podobnym stanie systemu, stworzyć proces integracji danych by odpowiadający stanowi systemu kontekst dla zapotrzebowania na informacje zapewnić. W ten sposób można sprostać zapotrzebowaniu pionowej integracji na łatwo dostosowujące się rozwiązanie.



Rysunek 1: Zapotrzebowanie na informacje

## 6. PODSUMOWANIE

Wyzwania tworzone przez dynamicznie zmieniające się otoczenie przedsiębiorstwa wymagają zastosowania Supply Chain Management w pionowej integracji automatyzacji procesu. MES/MIS zapewniają podstawową funkcjonalność dla integracji zależnej od sytuacji. Dla nich jednak konieczne jest wcześniejsze ustalenie sytuacji jak i przepływu informacji. Za pomocą narzędzi EAI możliwe jest znaczne zwiększenie efektywności i możliwości dopasowania pionowej integracji. Odpowiednio wymagane jest zastosowanie integracji zależnej od całościowej sytuacji produkcji przy zastosowaniu dostosowujących się reguł. Jednym z rozwiązań spełniających te wymagania jest koncepcja oparta na samoorganizujących się mapach (self-organizing maps) jak i na rozumowaniu opartym na precedensach (Case based reasoning).

**Słowa kluczowe:** pionowa integracja, Supply Chain Management; Enterprise Application Integration, Case based reasoning, self-organizing maps, MES, MIS

## Literatura

- [1] Hau L. Lee, V. Padmanabhan, Seungjin Whang: Information, Distortion in a Supply Chain: The Bullwhip Effect, in Management Science 43, S. 546-558, 1997,
- [2] Katy Ring, Neil Ward-Dutton, EAI: Making the right Connections, Ovum Report, Boston, 2000, [www.ovum.com/default.asp?topic\\_id=Inf&archive=1](http://www.ovum.com/default.asp?topic_id=Inf&archive=1) (28.01.2001),
- [3] Bernd Scholz-Reiter, Jakobza J.: Supply Chain Management –Überblick und Konzeption. In: HMD – Praxis der Wirtschaftsinformatik, Heidelberg, Heft 207, S.7-15, 1999,
- [4] Martin Kühn: Flexibilität in logistischen Systemen, physica-Verlag, Heidelberg, 1989,
- [5] Helmut Baumgarten, Thoms J.: Trends und Strategien in der Logistik. Supply Chains im Wandel, Bundesvereinigung Logistik (BVL) e.V. and Technische Universität Berlin, Fakultät VIII Wirtschaft und Management, Institut für Technologie und Management, Bereich Logistik, 2002, <http://TrendsundStrategien.de> , <http://www.logistik.tu-berlin.de>
- [6] Andrzej Bieszczad, Biswas P.K., Buga W., Malek M., Tan H.: Management of heterogeneous Networks with intelligent Agents, Bell Labs Technical Journal, Band 4, Heft 4, S.109-135, 1999,
- [7] Reinhardt Jünemann: Materialfluß und Logistik: Systematische Grundlagen mit Beispielen; Springer, Berlin; 1989,
- [8] K. Lenk: Führungsinformation: Was heute mit technischer Unterstützung möglich ist. In: Reinemann, H.: Führung und Information, Heidelberg, S. 16-29, 1991
- [9] Siemens AG, Industrial Solutions und Services, [www.IT4industrie.com](http://www.IT4industrie.com) (17.11.2003), 2003,
- [10] Teuvo Kohonen: Self-organized formation of topologically correct feature maps, In: Biological Cybernetics, S. 59-69, 1982,
- [11] S. Mayer: Erfolgsfaktoren für Supply Chain Management nach der Jahrtausendwende. In: Pfohl, H.-C. (Hrsg.): Logistik 2000 plus. Visionen - Märkte - Ressourcen. Berlin: Schmidt, S. 1-22, 1999,
- [12] Uhlmann, E.; Schröder, C.: Agile Produktion als Antwort auf den Wandel der Märkte. Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb (ZWF 93), Nr. 5, S. 180-184, 1998,
- [13] Hartmut Stadler, Kilger, C.: Supply Chain Management and Advanced Planning Concepts, Models, Software and Case Studies, 2. ed., Springer - Verlag, Berlin, 2002
- [14] S. Slade: Case-based Reasoning: A Research paradigm, In: AI Magazine (12), S. 42-55, 1991.