



Zastosowanie technologii agentowej w konfigurowaniu łańcucha dostaw

Arkadiusz Kawa

**Rozprawa doktorska
przygotowana pod kierunkiem
prof. dra hab. inż. Waldemara Wieczerzyckiego**

Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu
Wydział Zarządzania
Katedra Logistyki i Transportu
Poznań, maj 2009

Podziękowania

Poznań, 16. maja 2009 r.

Przygotowanie rozprawy doktorskiej było dla mnie niezmiernie interesującym, ale zarazem bardzo pracochłonnym i kosztującym wiele wyrzeczeń zadaniem. Nie byłoby to możliwe bez udziału wielu osób. Dlatego też chciałbym podziękować w tym miejscu wszystkim tym, którzy przyczynili się do powstania tej pracy. Trudno jest ich wszystkich wymienić. Są jednak osoby, którym należą się szczególne wyrazy wdzięczności.

Dziękuję mojemu promotorowi, profesorowi Waldemarowi Wieczerzyckiemu za ogromne zaangażowanie, poświęcony czas i cenne wskazówki. Bardzo obszerna wiedza i doświadczenie Profesora, w szczególności w obszarze zastosowań informatyki w biznesie, oraz prowadzone przez Niego badania naukowe były inspiracją do napisania tej rozprawy i przygotowania wielu wspólnych publikacji.

Szczególne podziękowania należą się również profesorowi Markowi Ciesielskiemu, kierownikowi Katedry Logistyki i Transportu, za zaufanie i życzliwość. Stworzył On świetne środowisko motywujące do prowadzenia pracy naukowej. Godna podziwu jest Jego szczególna dbałość o swoich pracowników i duża otwartość na nowe pomysły.

Dziękuję koledze z Katedry, Konradowi Fuksowi za ogromną pomoc przy implementowaniu modelu prezentowanego w rozprawie. Wspólne dyskusje i wzajemna motywacja w znacznym stopniu przyczyniły się do szybszego zakończenia prac nad doktoratem.

Chciałbym również podziękować władzom i wszystkim pracownikom Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu, którzy umożliwili mi realizację podjętych badań naukowych. Nie mogę tu zapomnieć także o pani Marii Ciaszczyk z sekretariatu Katedry, której serdeczność i doskonała orientacja w gąszczu przepisów oraz procedur były bardzo pomocne w codziennej pracy w Uczelni.

Specjalne podziękowania składam mojej rodzinie, w szczególności rodzicom i siostrze, którzy zawsze we mnie wierzyli i wspierali, jak tylko mogli. Dziękuję mojej żonie Oldze za cierpliwość i wyrozumiałość, która w ostatnich miesiącach bezustannie musiała słuchać o moim doktoracie i znosić moją „nieobecność”, jej rodzicom oraz mojemu synkowi Jerzykowi, który swoim rozbrajającym uśmiechem zawsze rozweselał każdy dzień mojej pracy.

Dziękuję również tym, którzy zawsze dobrze mi życzyli.

Arkadiusz Kawa

Spis treści

Wstęp.....	7
Cele rozprawy.....	9
Hipotezy badawcze.....	10
Zakres badań	10
Metody badawcze i źródła informacji	10
Struktura rozprawy.....	11
1. Łańcuch dostaw.....	13
1.1. Rozwój, definicje i różne ujęcia łańcucha dostaw	13
1.2. Relacje między dostawcami i odbiorcami	19
1.3. Elastyczny i dynamiczny łańcuch dostaw	24
1.4. Definicje i obszary koncepcji zarządzania łańcuchem dostaw	27
1.5. Ulepszanie łańcucha dostaw	34
1.6. Elektroniczny łańcuch dostaw	37
2. Technologie informacyjne do zarządzania łańcuchem dostaw	40
2.1. Informacja, system informacyjny i technologia informacyjna	40
2.1.1. System informacyjny a informatyczny.....	41
2.1.2. Technologia informacyjna.....	42
2.2. Technologie informacyjne w przedsiębiorstwach.....	43
2.2.1. Ewolucja systemów zarządzania przedsiębiorstwem	43
2.2.2. Wady ERP.....	47
2.3. System zarządzania łańcuchem dostaw	47
2.3.1. SCM a ERP	48
2.3.1. Obszary funkcjonalne wspomagane przez SCM	50
2.3.2. Wady SCM.....	51
2.4. Elektroniczna wymiana danych	53
2.4.1. Wady EDI.....	55
2.5. Technologie internetowe	57
2.5.1. Intranet	58
2.5.2. Ekstranet.....	58
2.5.3. Technologie internetowe w łańcuchu dostaw.....	59
2.5.4. Wady technologii internetowej	60

2.6. Nowe standardy wymiany danych	61
2.6.1. ebXML	62
2.6.2. RosettaNet	63
2.7. Technologia agentowa	65
2.7.1. Cechy agentów.....	69
2.7.2. Architektura systemu agentowego.....	71
2.7.3. Uruchamianie agenta.....	73
2.7.4. Bezpieczeństwo technologii agentowej	73
2.7.5. System wieloagentowy	74
2.7.6. Zastosowanie technologii agentowej w praktyce.....	75
2.7.7. Technologia agentowa w łańcuchu dostaw.....	78
2.7.8. Ograniczenia i wady technologii agentowej	81
3. Konfigurowanie łańcucha dostaw	83
3.1. Istota konfigurowania.....	83
3.2. Decyzje w konfigurowaniu łańcucha dostaw	84
3.3. Przesłanki i determinanty konfigurowania łańcucha dostaw	86
3.4. Teorie przydatne w konfigurowaniu łańcucha dostaw	91
3.5. Modele i koncepcje konfigurowania łańcucha dostaw	98
3.5.1. DCOR – referencyjny model projektowania łańcucha dostaw	99
3.5.2. Konfigurowanie łańcucha dostaw przy użyciu koncepcji BPR	102
3.5.3. Inne koncepcje.....	104
3.6. Schemat analityczny konfigurowania łańcucha dostaw.....	104
3.7. Metodyka konfigurowania łańcucha dostaw	110
3.7.1. Mapowanie sieci przedsiębiorstw	110
3.7.2. Usprawnianie procesów	112
3.7.3. Projektowanie i budowanie architektury informatycznej	113
3.7.4. Identyfikowanie kosztu i czasu przepływu rzeczy w sieci przedsiębiorstw	116
3.7.5. Dobieranie partnerów do łańcucha dostaw	118
4. Modele systemów wieloagentowych do konfigurowania łańcucha dostaw	126
4.1. Model systemu wieloagentowego zcentralizowanego, bazujący na standardach RosettaNet.....	127
4.1.1. Rodzaje agentów w modelu MAPR.....	128

4.1.2. Poziomy grupowania agentów	129
4.1.3. Ilustracja modelu MAPR	130
4.2. Model systemu wieloagentowego zdecentralizowanego – ograniczonego, z zastosowaniem teorii roju	135
4.2.1. Inteligencja roju	136
4.2.2. Strategia kolonii pszczół.....	137
4.2.3. Założenia koncepcyjne modelu MAS	138
4.2.4. Cechy i funkcje agentów w modelu MAS.....	140
4.2.5. Ilustracja modelu MAS.....	142
4.2.6. Komunikacja między agentami za pomocą protokołów FIPA.....	144
4.3. Model systemu wieloagentowego zdecentralizowanego – nieograniczonego, wykorzystujący ideę sieci semantycznych.....	148
4.3.1. Koncepcja sieci semantycznej.....	149
4.3.2. Rodzaje agentów w modelu MASEW.....	154
4.3.3. Ilustracja modelu MASEW	155
4.3.4. Opis zasobów w modelu MASEW	157
5. Egzemplifikacja modelu DyConSC w przykładowej sieci przedsiębiorstw	161
5.1. Branża komputerowa	161
5.1.1. Charakterystyka branży	161
5.1.2. Łańcuch dostaw branży komputerowej.....	163
5.1.3. Problemy związane z efektywnym przepływem rzeczy i informacji.....	165
5.2. Zastosowanie teorii grafów w konfigurowaniu łańcucha dostaw.....	166
5.3. Model symulacyjny DyConSC	170
5.3.1. Cele modelu	170
5.3.2. Istota działania modelu.....	171
5.3.3. Założenia modelu.....	172
5.4. Eksperymenty symulacyjne	175
5.4.1. Środowisko symulacji.....	177
5.4.2. Założenia symulacji	179
5.4.3. Wyniki i wnioski z przeprowadzonych eksperymentów	182
Zakończenie	186
English summary	190
Skorowidz	195

Załączniki	197
Spis rysunków	198
Spis tabel	200
Bibliografia.....	201

Wstęp

Bardzo szybko zmieniające się warunki otoczenia przedsiębiorstw i rosnące wymagania konsumentów zintensyfikowały potrzebę konfigurowania łańcuchów dostaw, które wymagają krótkotrwałego, a często nawet jednorazowego zaangażowania biznesmenów. Istotne stało się więc budowanie dynamicznego i elastycznego układu, w ramach którego odbywa się przepływ rzeczy, informacji i środków finansowych, od momentu pozyskania surowca potrzebnego do produkcji aż po dostawę do ostatecznego użytkownika. Taki układ powinien być więc właściwie zaprojektowany i optymalnie organizowany z punktu widzenia nie tylko pojedynczego przedsiębiorstwa, ale także sieci, której jest ono uczestnikiem.

Na kształt łańcucha dostaw może wpływać wiele czynników. Mogą to być przykładowo: wprowadzanie nowego produktu na rynek, zmiana procesu obsługi klienta, zmiana źródła zaopatrzenia, wzrost lub spadek popytu. Konfigurowanie może odnosić się zarówno do kwestii strukturalnych, jak i koordynacyjnych. Te pierwsze dotyczą lokalizacji poszczególnych ogniw łańcucha dostaw oraz wyznaczenia sposobów dystrybucji i wyboru gałęzi transportu, natomiast te drugie obejmują: wybór dostawców, nawiązanie relacji partnerskich, ustalenie poziomu wymaganych zapasów i ich własności, dzielenie się informacjami dotyczącymi produkcji i sprzedaży itp.

Konfigurowanie łańcucha dostaw jest niezmiernie ważnym zadaniem, bowiem odpowiednio zbudowany przepływ rzeczy, informacji i środków finansowych daje warunki do natychmiastowej reakcji na potrzeby klientów i zaspokojenia ich popytu. Aby to było możliwe, potrzebne są nowoczesne rozwiązania, które ułatwią gromadzenie i wymianę informacji w sieci przedsiębiorstw, a tym samym umożliwią automatyczne pozyskiwanie, spełniających określone kryteria współpracy, partnerów biznesowych i ustalanie z nimi wstępnych warunków kooperacji. Takie rozwiązanie stanowią niewątpliwie technologie informacyjne. Jednakże te dotychczas wykorzystywane w praktyce oferują bardzo skromne możliwości dynamicznego doboru kontrahentów do łańcucha dostaw.

Dopiero rozpowszechnienie się technologii i usług Internetu spowodowało, że konfigurowanie łańcucha dostaw, dzięki elektronicznemu obiegowi informacji, może odbywać się coraz szybciej i łatwiej. Ogólna dostępność Internetu i relatywnie niskie koszty bazujących na nim rozwiązań, powodują, że dostęp do nich jest praktycznie nieograniczony i mogą z nich korzystać zarówno bardzo duże, jak i o wiele mniejsze przedsiębiorstwa. Jednakże, mimo rosnącej popularności Internetu oraz jego ciągłego usprawniania, pozostaje on wciąż w pewnym stopniu niedoskonały i ma sporo wad. Coraz częściej dostrzega się problem związany z nadmiarowością i nieaktualnością danych oraz brakiem jednego standardu ich tworzenia i udostępniania.

W ostatnich latach bardzo dużo nadziei pokłada się w zastosowaniu tzw. agentów programowych (ang. software agents) w elektronicznych łańcuchach dostaw. Niektórzy badacze przewidują nawet, że wykorzystywana do ich budowy technologia agentowa będzie podstawą nowej generacji oprogramowania przeznaczonego do zarządzania łańcuchem dostaw (SCM, ang. Supply Chain Management). W przyszłych systemach liczne agenty¹ programowe mają być zaimplementowane do reprezentowania każdego ogniwa sieci przedsiębiorstw. Dzięki temu, możliwe będzie łatwiejsze pozyskiwanie informacji wewnątrz sieci o przepływach rzeczy i środkach finansowych oraz o przedsiębiorstwach w nich działających. Technologia agentowa może być więc wykorzystana w zarządzaniu przepływem towarów przez kolejne ogniwa, ale także w budowaniu całych sieci przedsiębiorstw. Praktycznie każdej wielkości przedsiębiorstwo może brać udział w takim dynamicznym łańcuchu dostaw bez konieczności dysponowania rozbudowanymi systemami informatycznymi. Technologia agentowa daje więc szansę małym i średnim przedsiębiorstwom do włączenia się w globalne sieci przedsiębiorstw.

Agenty stanowią niewątpliwie remedium na gwałtowny wzrost informacji powstających w sieci Internet. Autonomiczne programy, działające w imieniu delegujących ich użytkowników lub innych agentów, w połączeniu z nowoczesnymi standardami tworzenia informacji, mogą filtrować dane pochodzące z różnych źródeł oraz dostarczać przedsiębiorstwom potrzebne i aktualne informacje.

Przytoczone przesłanki i spostrzeżenia stały się motywacją do rozpoczęcia badań oraz napisania tej pracy. W rozprawie, w opinii autora, podjęty jest istotny i aktualny problem – budowania łańcuchów dostaw w sieci przedsiębiorstw. Zasadność wyboru tego tematu potwierdzają opinie wielu badaczy, którzy twierdzą, że konfigurowanie należy do jednego z głównych zadań zarządzania łańcuchem dostaw.

Warto zauważyć, że konfigurowanie łańcucha dostaw, w przeciwieństwie do zarządzania nim i formowania strategii, które stanowią przedmiot wielu publikacji naukowych, nie jest jeszcze dobrze rozpoznane w literaturze przedmiotu. Jest to stosunkowo nowa problematyka i do tej pory nie zaproponowano uniwersalnej metodyki oraz modeli konfigurowania łańcucha dostaw w sieci przedsiębiorstw, w szczególności w obszarze elektronicznego biznesu. Dostępne opracowania na ten temat nie są wystarczające i nie zapewniają kompleksowego podejścia. Poza tym, bardzo często pomijają one także ważne zagadnienie technologii informacyjnych.

¹ Słowo „agent” jest rzeczownikiem męskożywotnym, stąd w liczbie mnogiej odmienia się podobnie jak słowo „pilot do telewizora” – liczba mnoga: piloty, a nie „piloci”.

Rozprawa ma charakter interdyscyplinarny. Wynika to z faktu, że obecnie logistyka jest ściśle związana z informatyką. Niemal wszyscy naukowcy i praktycy twierdzą, że współczesne łańcuchy dostaw nie mogłyby istnieć bez nowoczesnych technologii informacyjnych, a infrastruktury logistyki oraz informatyki nawzajem się przenikają i uzupełniają. W związku z tym postuluje się, aby te dwa zagadnienia traktować łącznie. Niezasadne jest, jak to czynią niektórzy autorzy, całkowite ich rozdzielanie. W rozprawie informatykę traktuje się jako instrument do konfigurowania łańcucha dostaw, stąd wszystkie proponowane rozwiązania informatyczne są pokazane na tle nauk ekonomicznych.

Cele rozprawy

Przed podjęciem badań postawiono cele, które autor stara się w tej rozprawie realizować. Są nimi kolejno:

- Zaprezentowanie i usystematyzowanie podstaw teoretycznych dotyczących łańcucha dostaw.
- Przedstawienie i dokonanie oceny stosowanych współcześnie technologii informacyjnych przez przedsiębiorstwa biorące udział w łańcuchu dostaw.
- Skonstruowanie schematu analitycznego do konfigurowania łańcucha dostaw w sieci przedsiębiorstw.
- Opracowanie metodyki konfigurowania łańcucha dostaw.
- Zaprojektowanie modeli systemów wieloagentowych usprawniających dotychczasowe rozwiązania informatyczne do konfigurowania łańcucha dostaw.
- Zaprojektowanie i zaimplementowanie modelu DyConSC, przeznaczonego do konfigurowania łańcucha dostaw branży komputerowej z wykorzystaniem systemu wieloagentowego i teorii grafów, w środowisku NetLogo.
- Przeprowadzenie eksperymentów symulacyjnych modelu DyConSC i przedstawienie najważniejszych wniosków z nich wynikających.
- Wskazanie korzyści biznesowych z zastosowania modeli systemów wieloagentowych do konfigurowania łańcucha dostaw w sieci przedsiębiorstw.

Należy zauważyć, że w rozprawie dąży się do tego, aby przedstawione rozwiązania, w szczególności usprawnienia, były uniwersalne i użyteczne dla dowolnych sieci przedsiębiorstw, w których są konfigurowane łańcuchy dostaw.

Hipotezy badawcze

W rozprawie stawia się trzy następujące hipotezy, które poddawane są weryfikacji:

- Współczesna gospodarka oraz trendy występujące w globalnych sieciach przedsiębiorstw wymagają zastosowania nowoczesnych instrumentów zarządzania i narzędzi informatycznych do konfigurowania łańcucha dostaw.
- Dzięki technologii agentowej możliwe jest zastąpienie łańcuchów dostaw bazujących na długotrwałej współpracy przez dynamiczne i elastyczne łańcuchy dostaw, które są budowane przez przedsiębiorstwa oferujące najbardziej korzystne warunki współpracy w danym momencie.
- Model systemu wieloagentowego DyConSC oferuje nowe możliwości w konfigurowaniu łańcucha dostaw w sieci przedsiębiorstw.

Zakres badań

Zakres czasowy rozprawy jest nieograniczony, natomiast zakres przedmiotowy obejmuje technologie informacyjne (w szczególności technologię agentową), konfigurowanie łańcucha dostaw i branżę komputerów osobistych. Łańcuchy dostaw występują wszędzie, gdzie jest przepływ rzeczy i mogą w nich brać udział niemal wszystkie przedsiębiorstwa – wobec tego zakres podmiotowy jest bardzo szeroki. Jedynie w modelu prezentowanym w ostatnim rozdziale, w celu lepszego zobrazowania proponowanych rozwiązań, zakres ten ograniczono do podmiotów branży komputerów osobistych. Zakres przestrzenny wyznaczają sieci przedsiębiorstw budujące łańcuchy dostaw na całym świecie.

Metody badawcze i źródła informacji

Rozprawa ma charakter teoretyczno-empiryczno-eksperymentalny. W części teoretycznej rozprawy wykorzystane są metody poznania naukowego, w szczególności analiza i synteza, które umożliwiają weryfikację przyjętych hipotez badawczych. Służą one także do skonstruowania schematu analitycznego i metodyki konfigurowania łańcucha dostaw. Podstawę teoretycznych rozważań stanowi polska oraz zagraniczna literatura zwarta i czasopiśmiennicza. Należy jednak zaznaczyć, że w większości jest wykorzystywana literatura anglojęzyczna, gdyż literatura polska w bardzo małym stopniu opisuje problematykę konfigurowania łańcucha dostaw i technologii agentowej.

W części empirycznej użyte są materiały pierwotne (studia przypadków wybranych przedsiębiorstw i łańcuchów dostaw, obserwacje oraz spostrzeżenia powstałe na podstawie rozmów z kompetentnymi przedstawicielami nauki i praktyki gospodarczej) i materiały wtórne

(dane statystyczne, raporty zagraniczne, literatura światowa, materiały z międzynarodowych konferencji, sympozjów i warsztatów, zasoby Internetu²). Bardzo pomocne w realizacji celów rozprawy były przykłady modeli systemów wieloagentowych, słowniki i manuskrypty zawarte w środowisku NetLogo oraz udział w zagranicznych konferencjach. Umożliwiły one zbudowanie modelu symulacyjnego DyConSC.

W rozprawie stosuje się też projektowanie, którego celem jest opracowanie trzech autorskich modeli systemów wieloagentowych, mających zastosowanie w sieci przedsiębiorstw do konfigurowania łańcucha dostaw. Modele te różnią się w zależności od stopnia rozproszenia środowiska, w którym działają organizacje gospodarcze.

Zbudowano także prototyp autorskiego modelu DyConSC, który ma na celu prezentację przedstawionych wcześniej spostrzeżeń i założeń oraz ich weryfikację w sposób praktyczny. Model służy do konfigurowania łańcucha dostaw branży komputerowej. Do jego implementacji wykorzystano technologię agentową i teorię grafów. Model został wdrożony w środowisku NetLogo, dedykowanym dla systemów wieloagentowych. W trakcie implementacji model był odpowiednio optymalizowany z wykorzystaniem metod matematycznych i technik informatycznych. Model poddawano licznym eksperymentom symulacyjnym, które miały za zadanie przeanalizować pewne zależności (np. liczba dostawców w danym rzędzie a średni koszt przepływu przez sieć) w konfigurowaniu łańcucha dostaw.

Struktura rozprawy

Przyjęta metoda badań i postawione cele znajdują odzwierciedlenie w konstrukcji rozprawy. Praca podzielona jest na pięć rozdziałów. W pierwszym z nich przedstawione są rozważania teoretyczne na temat łańcucha dostaw i zarządzania nim. W szczególności omówiona jest ewolucja łańcucha dostaw, jego miejsce w sieci przedsiębiorstw oraz związki z siecią gospodarczą. W rozdziale tym zwraca się też uwagę na relacje między uczestnikami łańcucha dostaw, wskazuje się obszary zarządzania łańcuchem dostaw oraz przedstawia się dwa modele służące do opisu i analizy łańcucha dostaw. W tym rozdziale porządkuje się i proponuje pojęcia związane z łańcuchem dostaw.

W rozdziale drugim zostają scharakteryzowane pojęcia: informacja, system informacyjny, system informatyczny i technologia informacyjna. Przedstawiane są potrzeby informacyjne powstające w łańcuchu dostaw i poszczególne technologie informacyjne, z naciskiem na ich ograniczenia i wady. Omówione są kolejno: zintegrowany system

² Materiały pochodzące z Internetu wraz z innymi dodatkami (zaimplementowany model DyConSC, jego kod źródłowy itp.) są zamieszczone na płycie CD dołączonej do tej rozprawy.

zarządzania przedsiębiorstwem, system zarządzania łańcuchem dostaw, elektroniczna wymiana danych, technologie internetowe, nowe standardy wymiany danych i technologia agentowa. Tej ostatniej, z uwagi na zakres badań tej rozprawy, zostaje poświęcona szczególna uwaga.

Kolejne rozdziały są w bardzo dużym stopniu oryginalne.

Rozdział trzeci zawiera propozycję trzech autorskich modeli systemów wieloagentowych, stosowanych do konfigurowania łańcucha dostaw w sieci przedsiębiorstw. Modele te mają na celu przede wszystkim łatwiejsze wyszukiwanie i pozyskiwanie nowych partnerów biznesowych oraz nawiązywanie z nimi współpracy. Są to kolejno: model systemu wieloagentowego zcentralizowanego, bazujący na standardach konsorcjum RosettaNet; model systemu wieloagentowego zdecentralizowanego – ograniczonego, z zastosowaniem teorii roju i model systemu wieloagentowego zdecentralizowanego – nieograniczonego, wykorzystujący ideę sieci semantycznych. W modelach tych zwraca się uwagę na różne aspekty konfigurowania łańcucha dostaw. W celu urozmaicenia i wzbogacenia form opisu modeli, do ich prezentacji stosuje się różne narzędzia, języki programowania, metody i koncepcje. Ponadto każdy model jest ilustrowany odpowiednim przykładem.

W rozdziale czwartym przedstawione są: istota konfigurowania łańcucha dostaw oraz najważniejsze decyzje, przesłanki i determinanty związane z budowaniem łańcucha dostaw. Zaprezentowane są również teorie odnoszące się do tej problematyki oraz dostępne modele i koncepcje. Zostają również zaproponowane dwa autorskie rozwiązania – schemat analityczny i metodyka konfigurowania łańcucha dostaw w sieci przedsiębiorstw.

W rozdziale ostatnim pokazana jest egzemplifikacja modelu przeznaczonego do konfigurowania łańcucha dostaw w sieci przedsiębiorstw branży komputerowej. W pierwszej kolejności uzasadniony jest powód wyboru tej branży jako przedmiotu badań, przez przybliżenie jej charakterystyki, w szczególności specyfiki funkcjonujących w niej łańcuchów dostaw oraz problemów związanych z efektywnym przepływem rzeczy, informacji i środków finansowych. W rozdziale proponowany jest autorski model DyConSC, którego wybrane składniki są zaimplementowane w środowisku wieloagentowym NetLogo. Wdrożony prototyp tego modelu służy do przeprowadzenia eksperymentów symulacyjnych i do wysunięcia na ich podstawie wniosków.

W ostatniej części rozprawy zamieszczone są podsumowanie i propozycja dalszych kierunków badawczych. Praca zawiera również skorowidz i streszczenie w języku angielskim.

1. Łańcuch dostaw

1.1. Rozwój, definicje i różne ujęcia łańcucha dostaw

W ciągu ostatnich kilkunastu lat współpraca między przedsiębiorstwami w zakresie szeroko pojętej logistyki przeszła dość intensywną ewolucję. Zanim powstały zintegrowane łańcuchy dostaw w swej obecnej postaci, pojawiały się różne formy współdziałania, które zawsze miały na celu efektywne dostarczanie towarów i usług klientom. Początkowo przedsiębiorstwa ograniczały się tylko do zwykłych transakcji wymiany i nie miały silnej potrzeby zacieśniania współpracy ze swoimi kontrahentami. Z czasem pojawiła się praktyka polegająca na technologicznym łączeniu odrębnych faz: produkcji, dystrybucji, sprzedaży i innych procesów gospodarczych w obrębie jednego przedsiębiorstwa.³ Była to tzw. integracja pionowa. Niezależnie od podejmowanych działań integracyjnych poszczególne podmioty występowały jednak jako niezależne, funkcjonalne jednostki, które realizowały odrębne zadania i podejmowały decyzje samodzielnie bez porozumienia z innymi uczestnikami grupy.⁴ Z uwagi na brak koordynacji procesów, przedsiębiorstwa musiały powielać swoje działania na każdym etapie procesu przepływu towaru (transport, magazynowanie itp.), stąd integracja pionowa okazała się mało efektywna i niedostosowana do wymagań współczesnego biznesu.⁵

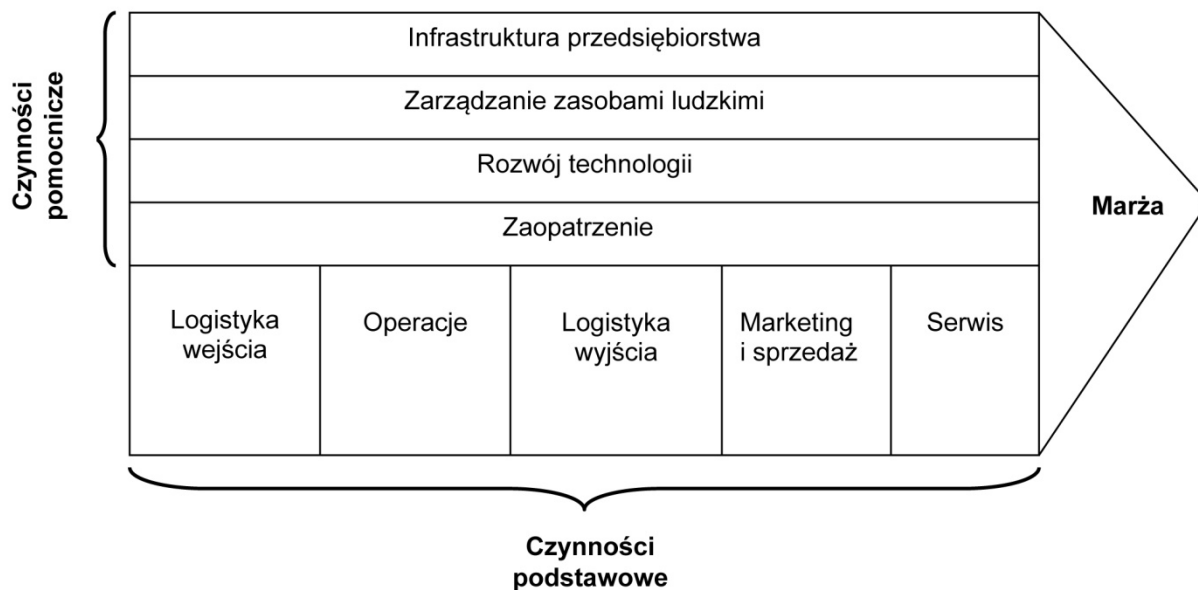
Szybko zauważono, że sukces przedsiębiorstwa nie zależy wyłącznie od niego, lecz od wszystkich podmiotów z nim współpracujących. Według M.E. Portera, podstawowym źródłem przewagi konkurencyjnej danego podmiotu nie jest sprawność jego funkcjonowania jako całości, lecz efektywność różnych rodzajów działań, jakie podejmuje, dostarczając na rynek swoje produkty. Działania te tworzą łańcuch wartości (patrz rys. 1.1). Jeżeli przedsiębiorstwo korzysta z usług innych firm (np. w zakresie dystrybucji, logistyki, marketingu, zaopatrzenia, produkcji), to każdy podmiot ma swój wkład w tworzenie wartości, jaką niesie ze sobą produkt. Z tego też powodu przedsiębiorstwa zaczęły coraz częściej dopasowywać własne działania do działań swoich dostawców i odbiorców, budując system czynności składający się z ich łańcuchów wartości.⁶ Były to proste wspólnoty mające podobne interesy, które w odróżnieniu od integracji pionowej charakteryzowały się bardziej ścisłymi powiązaniem między poszczególnymi ogniwami.

³ Porter M.E., *Strategia konkurencji. Metody analizy sektorów i konkurentów*, Wydawnictwo PWE, Warszawa 2006, s. 363.

⁴ Świerczek A., *Elektroniczne łańcuchy dostaw*, „Gospodarka Materiałowa i Logistyka” 2005, nr 4, s. 6.

⁵ Schary P.B., Skjott-Larsen T., *Zarządzanie globalnym łańcuchem podaży*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2002, s. 14.

⁶ Porter M.E., *Porter o konkurencji*, Wydawnictwo PWE, Warszawa 2001, s. 93-97.



Rys. 1.1. Łańcuch wartości

Źródło: Porter M.E., *Porter o konkurencji*, Wydawnictwo PWE, Warszawa 2001, s. 94.

W wyniku postępującego procesu likwidacji barier między przedsiębiorstwami i wykraczania poza tradycyjnie ukształtowane relacje między kontrahentami zaczęły powstawać pierwsze formy powiązań, które później zostały nazwane łańcuchem dostaw. Mimo że początkowo przedsiębiorstwa skupiały głównie swoją uwagę na redukcji zapasów, to szybko zaczęły optymalizować inne procesy zachodzące między nimi.

W ciągu kilkunastu lat pojęcie „łańcuch dostaw” doczekało się bardzo wielu, różnorodnych definicji, często mało spójnych. Część autorów traktuje *łańcuch dostaw* jako ciąg czynności wykonywanych kolejno przez różne przedsiębiorstwa. Przykładem tego jest definicja European Committee for Standardisation, która wskazuje, że „łańcuch dostaw jest sekwencją procesów wnoszących wartość dodaną do produktu w trakcie jego przepływu i przetwarzania od surowców, przez wszystkie formy pośrednie, aż do postaci zgodnej z wymaganiami klienta końcowego”.⁷

Jednakże organizacja APICS (The Association for Operations Management, wcześniej American Production and Inventory Control Society), mając na uwadze złożoność procesów zachodzących w łańcuchu dostaw oraz ich sekwencyjny, ale także równoległy charakter, zdefiniowała łańcuch dostaw jako:

⁷ European Committee for Standardisation, CEN/TC, *Logistics – Structure, basic terms and definitions in Logistics*, Brussels 1997.

- procesy zachodzące od momentu pozyskania początkowych materiałów zaopatrzeniowych do konsumpcji ostatecznego produktu, łączące wskroś dostawcę i odbiorcę, oraz
- funkcje wewnątrz i na zewnątrz przedsiębiorstwa, które umożliwiają łańcuchowi wartości wytworzyć produkty i dostarczyć usługi do klientów.⁸

Z kolei według A.J. Stengera i J.J. Coyle'a łańcuch dostaw to „zintegrowane zarządzanie sekwencjami przepływu logistycznego, przetwarzaniem i czynnościami związanymi z obsługą – od dostawców do ostatecznych klientów – niezbędnymi do wytworzenia produktu lub usługi w sposób sprawny i efektywny”.⁹ Niektórzy autorzy traktują łańcuch dostaw jako koncepcję, czy nawet swoistą filozofię. A.J. Battaglia i G. Tyndall uważają łańcuch dostaw za „strategiczną koncepcję polegającą na zrozumieniu i zarządzaniu sekwencją działań – od dostawcy do klienta – dodających wartości produktom przepływającym przez rurociąg dostaw”. Z kolei według M.C. Cooper'a i L.M. Ellram'a łańcuch dostaw to integrująca filozofia zarządzania całym przepływem w kanale dystrybucji od dostawcy do ostatecznego klienta.¹⁰

Łańcuch dostaw jest też określany jako zbiór przedsiębiorstw. Według J. Witkowskiego „łańcuch dostaw to współdziałające w różnych obszarach firmy wydobywcze, produkcyjne, handlowe, usługowe oraz ich klienci, między którymi przepływają strumienie produktów, informacji i środków finansowych”.¹¹ Niektórzy do triady wypisanych wyżej strumieni dodają także przepływ wiedzy.

Część autorów nawet twierdzi, że łańcuchy dostaw są obecnie zastępowane organizacjami, w których przepływy materiałowo – informacyjne przybierają postać coraz bardziej złożoną, i nazywają je sieciami. Jest to związane ze wzrostem liczby i niejednorodności podmiotów w różnych fazach przepływu towarów, informacji i finansów, co z kolei powoduje, że powiązania logistyczne stały się mniej sekwencyjne i liniowe, a coraz bardziej złożone i wielorakie (patrz rys. 1.2).¹²

Przykładowo, M. Christopher traktuje łańcuch dostaw jako „sieć powiązanych i współzależnych organizacji, które działając na zasadzie wzajemnej współpracy kontrolują,

⁸ Cox J.F., Blackstone J.H., Spencer M.S., *APICS Dictionary* (8th ed.), American Production and Inventory Control Society, Falls Church 1995, s. 11.

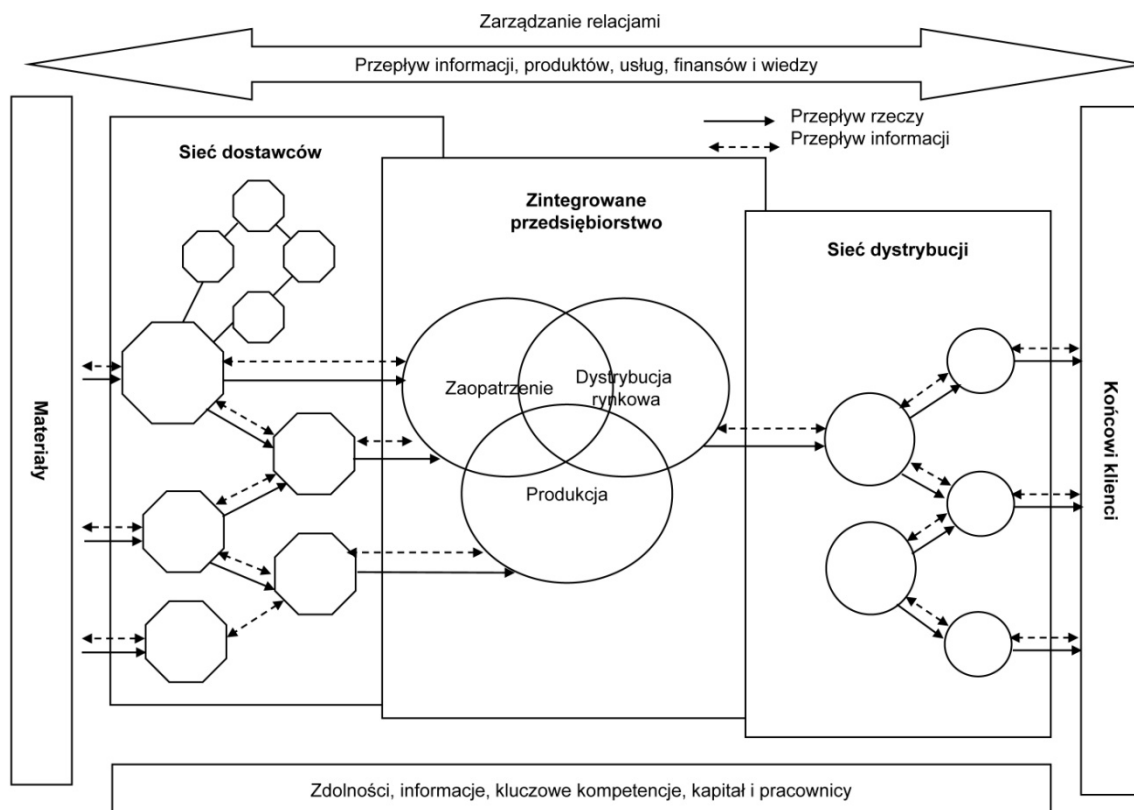
⁹ Pominęta zostaje tutaj kwestia, że łańcuch dostaw sam w sobie nie może być zarządzaniem, bo w czym takim razie byłoby zarządzanie łańcuchem dostaw? Zob. Coyle J.J., Bardi E.J., Langley Jr C.J., *Zarządzanie logistyczne*, Wydawnictwo PWE, Warszawa 2002, s. 30.

¹⁰ Coyle J.J., Bardi E.J., Langley Jr C.J., *Zarządzanie logistyczne... op. cit.*, s. 30.

¹¹ Witkowski J., *Zarządzanie łańcuchem dostaw*, Wydawnictwo PWE, Warszawa 2003, s. 17.

¹² Świerczek A., *Od łańcuchów dostaw do sieci dostaw*, „Logistyka” 2007, nr 1, s. 75.

kierują i usprawniają przepływy rzeczowe i informacyjne od dostawców do ostatecznych użytkowników”.¹³



Rys. 1.2. Przykładowy model łańcucha dostaw z siecią dostawców, przedsiębiorstwem, siecią dystrybucji i końcowymi klientami

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Georgevitch S., *Supply Chain Management*, St. Louis 2005, <http://www.stlnema.org>, dostęp 7.11.2008.

Warto zwrócić uwagę na ciekawe wnioski K. Rutkowskiego. Uważa on, że z semantycznego punktu widzenia nie powinno się stosować terminu „łańcuch dostaw” i warto by go zastąpić innym, bardziej adekwatnym i precyzyjnym pojęciem. „Po pierwsze, siłą napędową działań w łańcuchu dostaw nie są dostawy, lecz popyt kreowany przez klientów. Po drugie, nie chodzi to u łańcuch liniowo powiązanych ze sobą ogniw, lecz o sieć wielu współzależnych firm reprezentujących zarówno świat zaopatrzenia, jak i dystrybucji.” Autor, powołując się na pracę M. Christophera¹⁴, wskazuje, że lepsze byłoby określenie „sieć popytu” (ang. demand network). Zwraca też uwagę, że takie rozumienie funkcjonuje wśród teoretyków

¹³ Christopher M., *Logistyka i zarządzanie łańcuchem dostaw*, Wydawnictwo PCDL, Warszawa 2000, s. 17.

¹⁴ Christopher M., *Logistics and Supply Chain Management. Strategies for Reducing Cost and Improving Service*, Financial Times Management, London 1998, s. 18.

i praktyków zarządzania biznesem, ale od lat używają oni konsekwentnie nieco mylącego, ale powszechnie przyjętego i akceptowanego terminu „łańcuch dostaw”.¹⁵

Mając na uwadze powyższą ideę, przedstawione wcześniej definicje i świadomość rozwoju teorii i praktyki w zakresie łańcuchów dostaw¹⁶, ale także opinie wymienionych autorów i innych specjalistów¹⁷ oraz powszechnie używaną i zaakceptowaną w ogólnościowym a także polskim środowisku naukowym i biznesowym terminologię¹⁸, dla ułatwienia prowadzenia dalszych rozważań autor pozostanie przy określeniu „łańcuch dostaw”. Łańcuch dostaw będzie rozumiany w tej rozprawie jako przepływ rzeczy, informacji i środków finansowych przez sieci przedsiębiorstw¹⁹, które są wobec siebie dostawcami i odbiorcami. Przepływ ten związany jest z jednym produktem lub z grupą produktów i dotyczy też dostaw do ostatecznego klienta. Łańcuch dostaw może obejmować wszystkie przepływy od początku tworzenia wartości do finalnego użytkownika, ale także mniejszy zakres przepływu, np. od jednego podmiotu do drugiego.

Niezmiernie ważne w tym miejscu jest wyjaśnienie, czym jest „sieć”, a w szczególności „sieć przedsiębiorstw”. Najogólniej *sieć* można rozumieć jako zbiór węzłów powiązanych ze sobą określonymi relacjami, na podstawie którego konstryuuje się pewna organizacja.²⁰

Sieci przedsiębiorstw tworzone są w konkretnym celu. Może to być na przykład wprowadzenie nowego produktu na rynek, poprawa efektywności i konkurencyjności, uzyskanie efektu doświadczenia i korzyści skali, obniżenie kosztów itd. Jeśli dwie firmy produkujące takie same lub podobne dobra uczestniczą w dwóch różnych łańcuchach dostaw zbudowanych na podstawie tej samej sieci, to łączą je relacje poziome (horyzontalne). W skład relacji horyzontalnej wchodzi na przykład konkurenci, którzy utworzyli alians dla osiągnięcia strategicznego celu. Jest to szczególnie zauważalne w branży motoryzacyjnej, gdzie producenci korzystają z rozwiązań swoich konkurentów (np. silnik i skrzynia biegów

¹⁵ Rutkowski K., *Zarządzanie łańcuchem dostaw – próba sprecyzowania terminu i określenia związków z logistyką*, „Gospodarka Materiałowa i Logistyka” 2004, nr 12, s. 2.

¹⁶ J. Witkowski zaznacza, że z uwagi na skromny i wciąż jeszcze kształtowany dorobek teoretyczny w zakresie organizacji sieciowych przyjął w swojej książce pt. *„Zarządzanie łańcuchem dostaw: koncepcje, procedury, doświadczenia”* zamienne stosowanie pojęcia „sieć dostaw” i „łańcuch dostaw” (zob. Witkowski J., *Zarządzanie... op. cit.*, s. 19).

¹⁷ Folinas D., Manthau V., Sigala M., Vlachopoulou M., *E-volution of a supply chain: cases and best practices*, „Internet Research” 2004, vol. 14, no. 4, s. 275-279; Łupicka A., *Sieci logistyczne*, „Logistyka” 2007, nr 1, s. 6.

¹⁸ Większość stowarzyszeń, organizacji, konferencji, koncepcji w zakresie logistyki ma w tytule nazwę „łańcuch dostaw”.

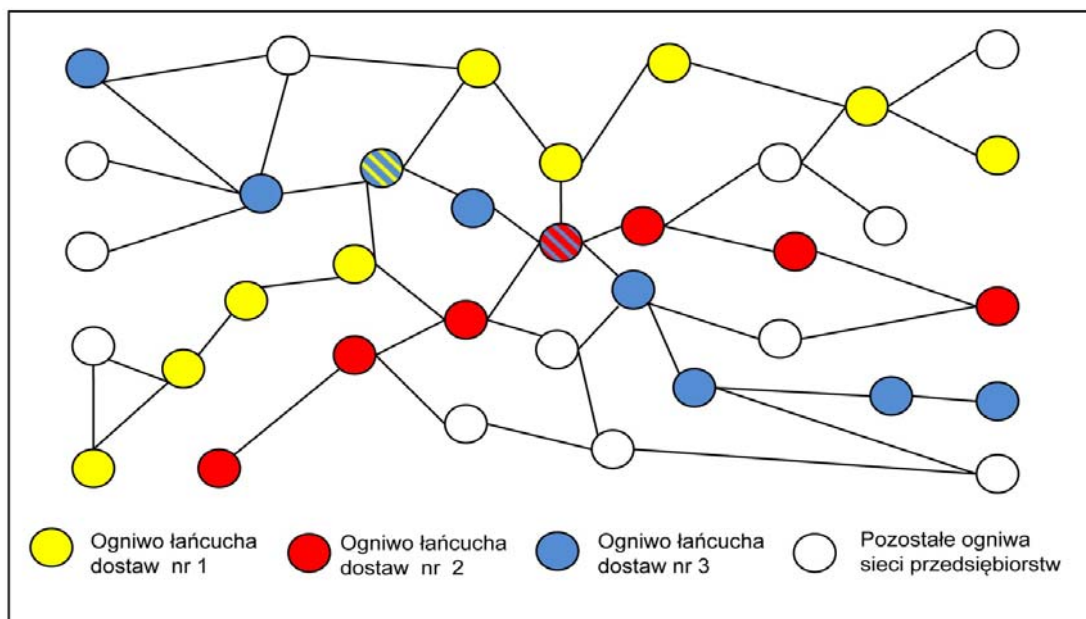
¹⁹ Należy pamiętać, że przepływ rzeczy, informacji i środków finansowych może odbywać się także w innych organizacjach niż przedsiębiorstwa.

²⁰ Świerczek A., *Od łańcuchów dostaw... op. cit.*, s. 74.

wyprodukowane przez Toyota Motor Manufacturing Poland montowane są w samochodach Toyoty Yaris i Aygo, a także Citroen C1 i Peugeot 107). Drugim rodzajem sieci jest sieć pionowa (wertykalna), która składa się ze zbioru przedsiębiorstw powiązanych ze sobą w relacji „dostawca-odbiorca”. Przepływy rzeczy, informacji i środków finansowych przez taką sieć tworzą właśnie łańcuch dostaw.

W obrębie danej sieci przedsiębiorstw może powstawać bardzo wiele takich przepływów (zob. rys. 1.3). Wynika to z trendu rozszerzania zakresu działalności przez pojedyncze łańcuchy dostaw i budowanie zorganizowanej grupy łańcuchów dostaw.²¹ Łańcuchy dostaw mogą się ze sobą łączyć i nawzajem przenikać, nakładając się na siebie, tworząc różne relacje między przedsiębiorstwami, będącymi względem siebie dostawcami, odbiorcami, kooperantami i konkurentami. Poszczególne ogniwa mogą uczestniczyć w więcej niż jednym łańcuchu dostaw, często nawet konkurencyjnym względem siebie. Z tego też względu sieci pionowe powinny być analizowane w kontekście istniejących sieci poziomych.

Warto również dodać, że w sieciowych powiązaniach można zauważyć wiele, nie tylko logistycznych, związków biznesowych, np. obok transportowania, składowania występuje także promocja produktów, obsługa klienta, badania i rozwój.



Rys. 1.3. Łańcuchy dostaw w sieciach przedsiębiorstw

Źródło: Opracowanie własne.

²¹ Ibidem.

1.2. Relacje między dostawcami i odbiorcami

Między przedsiębiorstwami, które wchodzą w skład sieci pionowych i poziomych, zachodzą relacje, mogące się różnić intensywnością, rodzajem więzi, szerokością związków, poziomem kooperacji i konkurencji.

Biorąc pod uwagę kryterium koordynacji (rozumianej jako poziom intensywności współpracy między podmiotami) i centralnej administracji (stopień dominacji określonych przedsiębiorstw nad pozostałymi w sieci) można wyróżnić trzy rodzaje relacji w sieci:²²

- luźne powiązania,
- kooperacja koncepcyjna,
- hierarchiczność.

Sieć o luźnych powiązaniach charakteryzuje się większą skłonnością przedsiębiorstw do czerpania korzyści z udziału w sieci niż do kontrybucji. Cechuje się brakiem poczucia wspólnoty. Z kolei kooperacja koncepcyjna stanowi bardziej sformalizowany (najczęściej spisana umową) rodzaj sieci o luźnych powiązaniach. W sieci hierarchicznej jeden z podmiotów przyjmuje pozycję dominującą i narzuca warunki współpracy innym firmom. Jest to najbardziej sformalizowana forma kooperacji pomiędzy centralnym przedsiębiorstwem a innymi uczestnikami sieci.

Skrajnymi przypadkami relacji w łańcuchu dostaw są: dominacja lidera i partnerskie relacje między liderem a dostawcami i odbiorcami. Takie relacje mogą występować także między innymi uczestnikami sieci, niepełniającymi roli lidera.²³

Według J. Witkowskiego, partnerstwo w łańcuchu dostaw należy rozumieć jako kształtowanie stosunków gospodarczych między jego uczestnikami na zasadach zaufania, prowadzące do uzyskania dodatkowych efektów synergicznych i przewagi konkurencyjnej. Z założenia jest to znacząca i długotrwała współpraca, która jest określana jako partnerstwo strategiczne. Polega ona na podejmowaniu przedsięwzięć biznesowych służących osiągnięciu zróżnicowanych celów indywidualnych, podporządkowanych wspólnym celom całego łańcucha dostaw.²⁴

Koncepcja zarządzania łańcuchem dostaw zakłada też, że wszyscy jego uczestnicy zyskują i nie ma przegranych. Konfrontacja, forsowne konkurowanie i walka rynkowa typu *win-lose* (ja wygrywam – ty przegrywasz) staje się kosztowna oraz mało efektywna i zaczyna

²² Vainio J., *Sieciowanie centrów logistycznych w rejonie Morza Bałtyckiego*, Materiały konferencyjne Polskiego Kongresu Logistycznego „Logistics”, Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2004, s. 104-105.

²³ Ciesielski M., Zimniewicz S., *Partnerstwo i dominacja*, „Gospodarka Materialowa i Logistyka” 2005, nr 4, s. 2-5.

²⁴ Witkowski J., *Zarządzanie... op. cit.* s. 35.

ustępować rozmyślnej grze kooperacyjnej *win-win* (ja wygrywam – ty wygrywasz).²⁵ Jednocześnie zasada „win-win” nie musi oznaczać równego podziału korzyści, jednakże każdy z partnerów powinien osiągnąć korzyści ze współpracy.

Dochodzenie do stosunków partnerskich między różnymi uczestnikami łańcucha dostaw jest procesem dość trudnym, długotrwałym i wymagającym z reguły przejścia przez kilka etapów współpracy. Pierwszy etap dotyczy współpracy transakcyjnej na szczeblu funkcjonalnym dwóch przedsiębiorstw (np. składowanie towarów, przesyłanie zamówień, dystrybucja). Gdy podstawy tej wzajemnej współpracy są już solidne, można przystąpić do integracji bardziej złożonych procesów, na przykład realizacji zamówień czy planowania zdolności wytwórczych. Kolejnym etapem zacieśniania współpracy jest kształtowanie procesów łańcucha dostaw przez strategię, która określa zestaw celów, jakie muszą zostać zrealizowane zarówno w zakresie wymagań klienta, jak i radzenia obie z wyzwaniem rynku. Próba wyjścia poza opracowanie i wdrożenie wspólnej strategii łańcucha dostaw musi zakładać integrację strategii rynkowych obu podmiotów, a więc relacje obejmujące wszystkie sfery współpracujących przedsiębiorstw. Rozwijanie wzajemnych relacji, szczególnie w ramach współpracy transakcyjnej i procesowej, musi z czasem prowadzić do wzrostu zaufania, które staje się bazą dla współpracy strategicznej.²⁶

J. K. Liker i T. Y. Choi twierdzą, że bardzo dobre relacje partnerskie z kooperantami przedsiębiorstwa zawdzięczają sześciu zasadom, które odpowiadają takiej samej liczbie etapów procesu budowania więzi.²⁷

1. Poznaj swoich kooperantów.
2. Spraw, aby rywalizacja między kooperantami stała się szansą na zacieśnienie partnerstwa.
3. Nadzoruj swoich kooperantów.
4. Rozwijaj zdolności techniczne kooperantów.
5. Przekazuj kooperantom informacje – dużo, ale selektywnie.
6. Przeprowadzaj wspólne działania na rzecz usprawnienia procesów.

Przykładowo Honda i Toyota stosują wszystkie te zasady, traktując je jako jeden system. W efekcie przedsiębiorstwa te osiągnęły niemalże doskonałe relacje partnerskie ze swoimi kooperantami. Oba koncerny przyjęły surowe kryteria oceny i oczekują od partnerów przestrzegania wysokich standardów wykonania. Traktują ich jako rozszerzenie własnej firmy i

²⁵ Kempny D., *Co-markership: Zarządzanie dostawami w biznesie przyszłości*, w: *Zarządzanie łańcuchami dostaw*, Materiały konferencyjne, Katowice 1998, s. 182.

²⁶ Rutkowski K., *Zintegrowany łańcuch dostaw. Doświadczenia globalne i polskie*, SGH, Warszawa 1998, s. 13-14.

²⁷ Liker J.K., Choi T.Y., *Keiretsu – prawdziwe partnerstwo z kooperantami*, w: *Harvard Business Review*. *Zarządzanie łańcuchem dostaw*, Wydawnictwo Helion, Gliwice 2007, s. 36-38.

rozwijają się wraz z nimi dla wzajemnych długoterminowych korzyści. Wzywają ich do wzrostu i rozwoju, wyznaczając im ambitne cele. Dzięki temu, wraz z rozszerzaniem współpracy, umacniana jest stabilność relacji i poziom wymagań wobec dostawcy. Co ważniejsze jednak, odbiorcy pomagają dostawcom spełnić wszystkie wymagania. W efekcie Toyota i Honda maksymalizują zyski, ale nie odbywa się to kosztem swoich kooperantów. Ta pomoc tutaj jest kluczowa. Z usprawnień na przykład procesów produkcji, zaopatrzenia, dystrybucji korzystają zarówno odbiorcy, jak i dostawcy. Ponadto ci drudzy, dzięki fachowemu i „darmowemu” wsparciu, będą mogli w przyszłości działać sprawniej, być bardziej konkurencyjnymi na rynku i łatwiej zdobywać nowych klientów.

W literaturze prezentuje się jednak dość często zbyt idylliczną wizję partnerstwa. Niezależnie od licznych przykładów relacji partnerskich między dostawcami i odbiorcami, w praktyce gospodarczej wielu menedżerów, nawet dużych firm, skarży się na dominację swoich kontrahentów z łańcucha dostaw. Niektóre przedsiębiorstwa nadużywają swojej siły przetargowej i zmuszają słabsze ogniwa do ciągłego obniżania kosztów, polepszania jakości, usprawniania działań logistycznych itp. Z tego powodu dostawcy żyją w ciągłej obawie i starają się spełnić wymagania swoich klientów, aby nie zrezygnowali oni z ich produktów i usług. W tych związkach „partnerskich” pojawiają się często bardzo skrajne sytuacje, jak np. *shitanke ijime*, co w języku japońskim oznacza tyranizowanie podwykonawców.²⁸ Zilustrujmy to przykładem: „Wielka Trójka określa roczne docelowe wskaźniki redukcji kosztów dla zamawianych części. Aby je osiągnąć, nie cofnie się przed niczym. Wprowadziła rządy terroru i w efekcie nasze relacje pogarszają się z roku na rok. W tych firmach nie ma nikogo, komu można by zaufać” – tak opowiada dyrektor jednej z firm produkującej systemy wyposażenia wnętrza o współpracy z Ford’em, General Motors i Chrysler’em.²⁹

Ogromne kary pieniężne, jakie grożą kontrahentom za niedotrzymanie terminu i ciągła presja na obniżanie kosztów powodują, że pracownicy muszą zadowalać się bardzo niską płacą, a jednocześnie jakikolwiek sprzeciw nie wchodzi w grę. Oficjalny regulamin fabryki produkującej dla Nike i Reebok informuje, że „...odmowa pracy w nadgodzinach stanowi wykroczenie karane zwolnieniem”³⁰. Niestety nie sprzyja to zacieśnieniu współpracy i powstawaniu partnerskich relacji.

M. Ciesielski twierdzi, że „...nawet partnerskie relacje między dostawcą i odbiorcą są swoistym przekładańcem konkurencji i kooperacji (z groźbą kontroli i „kryjącym się w cieniu” oportunistycznym).”³¹ G. Hamel, Y.L. Doz i C.K. Prahalad zwracają uwagę na to, że w ramach

²⁸ Ciesielski M., Zimniewicz S., *Partnerstwo... op. cit.*, s. 2.

²⁹ Liker J.K., Choi T.Y., *op.cit.*, s. 29.

³⁰ Klein N., *No Logo*, Świat Literacki, Izabelin 2004, s. 233.

³¹ Ciesielski M., *Relacje między dostawcami i odbiorcami*, „Gospodarka Materialowa i Logistyka” 2004, nr 7, s. 4.

współpracy toczy się rywalizacja. Na podstawie przeprowadzonych badań doszli do wniosku, że współpraca jest inną formą konkurencji i ma swoje granice, a harmonia nie jest główną miarą sukcesu.³² Doskonałym tego przykładem jest walka negocjacyjna, która stanowi jedną z odmian konkurencji. Walka negocjacyjna dotyczy interakcji pomiędzy dostawcami i odbiorcami, które przybierają postać walki o korzyści ekonomiczne z wymiany rezultatów działalności.

Praktyka gospodarcza pokazuje też, że wiele układów partnerskich, mimo nawet usilnych starań, nie wnosi żadnej wartości dodanej. Przyczyną tego jest często po prostu całkowity brak uzasadnienia dla samego ich istnienia. Budowanie układu partnerskiego jest kosztownym przedsięwzięciem – potrzebna jest dobra komunikacja, doskonała koordynacja działań i umiejętność dzielenia ryzyka. Partnerstwo może być uzasadnione wtedy, gdy osiągnięte w jego ramach wyniki są lepsze niż efekty indywidualnej działalności partnerów.³³ Dlatego też partnerstwo strategiczne nie zawsze jest najefektywniejszym rodzajem związków pomiędzy dostawcami i nabywcami, gdyż możliwe jest osiągnięcie pożądanego rezultatu bez konieczności budowania takiej współpracy. Ponadto, nie każde przedsiębiorstwo dysponuje takimi zasobami i taką ilością czasu, żeby nawiązać bardzo ścisłe więzi ze wszystkimi dostawcami i klientami.³⁴

Jeśli partnerstwo w sieci przedsiębiorstw ma się zakończyć sukcesem, to trzeba umieć rozpoznać relacje o dużym potencjale i wspólnie uzgadniać oczekiwania dotyczące partnerstwa. Można zastanawiać się nad metodą wyboru partnerów, ale czasami prościej jest ograniczyć liczbę dostawców tak, aby móc panować nad tymi relacjami. Chodzi o to, aby uporządkować tak współpracę, żeby obydwie strony zyskały na tym jak najwięcej. Do tego trzeba poznać wzajemne oczekiwania, co jest niezbędne w przypadku tworzenia ścisłych relacji. Jednym z rozwiązań jest podpisanie umowy współpracy, gwarantującej wymagany poziom obrotów i niedążenie do zbudowania układu partnerskiego. Pomocne są tu metody wartościowania możliwości partnerstwa. Przykładowo, koncern Colgate-Palmolive ocenia potencjał partnerstwa, biorąc pod uwagę możliwość redukcji kosztów i możliwość wprowadzenia innowacji. Partnerstwo jest możliwe tylko z tymi podmiotami, które są wysoko oceniane w obydwu kategoriach. Z kolei firma Wendy's, będąca siecią 6 tys. amerykańskich

³² Hamel G., Doz Y.L., Prahalad. C.K., *Collaborate with Your Competitors and Win*, "Harvard Business Review" 1989, nr 1, s. 135.

³³ Lambert D.M., Knemeyer A.M., *Partnerstwo w ramach łańcucha dostaw*, w: *Harvard Business Review. Zarządzanie łańcuchem dostaw*, Wydawnictwo Helion, Gliwice, 2007, s. 11.

³⁴ Fuks K., Kawa A., *Konfigurowanie i zarządzanie elektronicznymi łańcuchami dostaw w globalnych sieciach gospodarczych dzięki wsparciu technologii internetowych*; w: *Innowacyjne systemy, procesy i metody zarządzania międzynarodowego*, red. Trocki. Oficyna Wydawnicza Szkoły Głównej Handlowej, Warszawa 2008, s. 118.

restauracji typu fast food, nawiązuje relacje partnerskie z przedsiębiorstwami, z którymi realizowane są wysokie obroty.³⁵

Przedsiębiorstwa budujące łańcuch dostaw powinny mieć swój ośrodek kierowniczy, którego celem jest służenie strategicznym interesom klienta, wytwórcy, głównego dostawcy, dystrybutora, sprzedawcy detalicznego itp. Przywództwo wykracza więc swym zasięgiem poza organizację, wiąże się z powierzeniem decyzji jednostkom operacyjnym, obejmuje negocjacje z partnerami zewnętrznymi i dostosowywanie się do ciągłych zmian.³⁶

Przywództwo wymaga czynników integrujących, aby³⁷:

- pełnić swoją rolę dzięki wiedzy i kierowaniu, a nie przez sprawowanie władzy,
- utrzymywać równowagę między różnorodnymi funkcjami i organizacjami,
- odnosić korzyści z zarządzania całym procesem łańcucha dostaw,
- mieć możliwość rozwiązywania konfliktów międzyfunkcyjnych i międzyorganizacyjnych.

Lider nie tylko powinien stać na czele łańcucha dostaw, ale także być autorytetem oraz sprawiać, by inni uczestnicy go naśladowali i łatwo poddawali się jego przywództwu. To on decyduje o kształcie łańcucha dostaw, dobierając odpowiednich partnerów i mobilizując ich do pracy, oraz chroni go przed konkurencją innych łańcuchów. Aktywa (rozumiane jako zasoby i umiejętności) lidera sieci dostaw obejmują także aktywa innych firm, uzyskiwane dzięki:

- synergii, powstającej w wyniku działań kooperacyjnych,
- kontroli, czyli dominacji wynikającej z władzy rynkowej.³⁸

Powstaje jednak pytanie, który podmiot w sieci przedsiębiorstw ma pełnić rolę przywódczą? Podstawą uznania jakiegoś przedsiębiorstwa za lidera może być jego znaczący udział w rynku, pełnienie głównej roli w tworzeniu wartości dodanej w łańcuchu dostaw, generowanie największych obrotów, dysponowanie specyficznymi zasobami, wiedzą, doświadczeniem czy własnością intelektualną. Może to być więc zarówno producent, dystrybutor, jak i sieć handlowa. Praktyka gospodarcza dopuszcza bardzo różnorodne

³⁵ Lambert D.M., Knemeyer A.M., op. cit., s. 11-12.

³⁶ Schary P.B., Skjott-Larsen T., *Zarządzanie globalnym łańcuchem podaży*, PWN, Warszawa 2002, s. 228-229.

³⁷ Lawrence P.R., Lorsch J.W., *Organization and Environment*, Irwin, Homewood 1967, s. 150, za: Schary P.B., Skjott-Larsen T., op. cit., s. 229.

³⁸ Ciesielski M., *Teoretyczne podstawy logistyki i zarządzania łańcuchem dostaw*, „Gospodarka Materialowa i Logistyka” 2006, nr 8, s. 34.

warianty. Niektórzy autorzy³⁹ zwracają uwagę, że rolę lidera łańcucha dostaw może pełnić operator logistyczny, tzw. trzecia strona logistyki (3PL, ang. Third Party Logistics), który włącza się w relacje między dostawcą a odbiorcą. Może on podjąć się z jednej strony zarządzania całym łańcuchem dostaw (zarządzanie transportem, dystrybucją, magazynowaniem, obsługą klienta itp.) i jego ciągłego doskonalenia, ale także rekonfiguracji istniejącego łańcucha dostaw, zgodnie z wymaganiami klienta i wyzwaniem rynku z drugiej strony.

1.3. Elastyczny i dynamiczny łańcuch dostaw

Najczęściej występującym w literaturze i praktyce gospodarczej rodzajem łańcucha dostaw jest łańcuch stabilny i sztywny. Bazuje on na długofalowych i trwałych relacjach, które polegają na podejmowaniu wspólnych przedsięwzięć biznesowych, służących osiągnięciu zróżnicowanych celów indywidualnych, podporządkowanych jednak celom całego łańcucha dostaw. Dzięki temu możliwe jest uzyskanie efektów synergicznych i zwiększenie przewagi konkurencyjnej całego łańcucha dostaw.⁴⁰

Z uwagi na bardzo zmienne warunki funkcjonowania przedsiębiorstw coraz częściej mówi się o tzw. zwinnych łańcuchach dostaw (ang. agile supply chain). Firmy, które są uczestnikami takiego łańcucha, muszą umieć radzić sobie w bardzo zmiennym otoczeniu gospodarczym oraz bez trudu odnajdywać się w sytuacjach kryzysowych. Wymaga to efektywnej współpracy ponad granicami przedsiębiorstw. Przykładem jest grupa Inditex, będąca hiszpańskim producentem odzieży markowej Zara. Po 11 września 2001 roku, w okresie żałoby po serii ataków terrorystycznych na terytorium Stanów Zjednoczonych, firma zdołała zorganizować oraz zmobilizować swoich partnerów z łańcucha dostaw i w ciągu dwóch tygodni dostarczyć na rynek nową linię odzieży w kolorze czarnym. Dzięki temu przedsiębiorstwo osiągnęło ogromny wzrost sprzedaży w tym okresie.⁴¹

W literaturze taki szybko-reagujący łańcuch dostaw na zmiany popytu i podaży przyjęło się określać elastycznym łańcuchem dostaw.⁴² Elastyczny łańcuch dostaw daje się łatwo zaadaptować do trudnych zmian w strukturze rynku, dostosowuje się do ewoluujących struktur

³⁹ Rutkowski K., *Rola operatorów logistycznych w restrukturyzacji globalnych łańcuchów dostaw*, „Gospodarka Materialowa i Logistyka” 2005, nr 12, s. 3; Witkowski J., *Logistyka w organizacjach sieciowych*, „Gospodarka Materialowa i Logistyka” 2000, nr 7-8, s. 170.

⁴⁰ Kawa A., *Elastyczne i dynamiczne łańcuchy dostaw*, „Gospodarka Materialowa i Logistyka” 2008, nr 1, s. 12.

⁴¹ Beth S., Burt D. N., Capacino W., Gopal C., Lee H. L., Lynch R. P., Morris S., *Budowanie relacji w ramach łańcucha dostaw*, w: *Harvard Business Review. Zarządzanie łańcuchem dostaw*, Helion, Gliwice, 2007, s. 81.

⁴² Bovet M., Martha J., *Value nets. Breaking to supply chain to unlock hidden profits*, John Wiley & Sons, New York 2001, s. 13 i 32, za: Witkowski J., *Zarządzanie... op. cit.*, s. 16.

i wygrywających strategii rynkowych. Ponadto, uwzględnia interesy wszystkich podmiotów wchodzących w jego skład, dzięki temu przedsiębiorstwa, działając w imię własnych interesów, jednocześnie mogą poprawić interesy wszystkich jednostek wchodzących w skład łańcucha.⁴³

V. Kumar, K. A. Fantazy, U. Kumar i T. A. Boyle definiują elastyczność łańcucha dostaw jako łatwość przystosowywania partnerów łańcucha do restrukturyzacji swoich operacji, uzgodnienia wzajemnie swojej polityki i zakresu odpowiedzialności po to, aby móc szybko odpowiedzieć na potrzeby klientów na każdym etapie łańcucha i wytwarzać różnorodne produkty w liczbie, po koszcie i w jakości, których oczekuje klient, utrzymując przy tym wysoki poziom wykonania.⁴⁴ Autorzy wyróżniają także pięć wymiarów elastyczności łańcucha dostaw – w zakresie produktu, działania, dostawy, nowego produktu i reakcji (patrz tab.1.1).

Natomiast H. L. Lee pisze o sześciu przesłankach niezbędnych do tworzenia elastycznych łańcuchów. Firmy, które chcą zapewnić elastyczność swoim łańcuchom dostaw, powinny:⁴⁵

- Dostarczać na bieżąco swoim partnerom informacje o zmianie podaży i popytu, dzięki czemu mogą szybciej na nie reagować.
- Udostępnić dostawcom i klientom narzędzia, dane i modele, w celu wspólnego projektowania i przeprojektowywania procesów technologicznych, komponentów, wyrobów itp.
- Odraczać produkcję, aby znaczące zmiany pojawiały się dopiero pod koniec produkcji.
- Utrzymywać niewielki zapas niedrogich komponentów o małych gabarytach, szczególnie tych, których braki powodują powstawanie wąskich gardeł.
- Utworzyć niezawodny system logistyczny, który umożliwi firmie szybkie reagowanie w przypadku pojawiania się nieoczekiwanych potrzeb.
- Zbudować zespół, który potrafi działać w sytuacjach kryzysowych i korzystać z planów awaryjnych.

⁴³ Lee H. L., *Sekret najbardziej efektywnych łańcuchów dostaw*, w: *Harvard Business Review. Zarządzanie łańcuchem dostaw*, Wydawnictwo Helion, Gliwice, 2007, s. 99-101.

⁴⁴ Kumar V., Fantazy K. A., Kumar U., Boyle T. A., *Implementation and management framework for supply chain flexibility*, "Journal of Enterprise Information Management", vol. 19, no. 3, 2006, s. 305.

⁴⁵ Lee H. L., *Sekret... op. cit.*, s. 107-108.

Tab. 1.1. Pięć wymiarów elastyczności łańcucha dostaw

Rodzaj elastyczności	Definicja
Elastyczność produktu	Zdolność partnerów łańcucha dostaw do wytwarzania zindywidualizowanego produktu lub usprawnienia już istniejącego, zgodnie z wymaganiami klientów, w sposób najbardziej efektywny i bez dodatkowego nakładu czasu.
Elastyczność działania	Zdolność partnerów łańcucha dostaw do kontrolowania poziomu dostaw (zwiększającego się lub zmniejszającego się), zgodnie z potrzebą klientów, w sposób najbardziej efektywny i bez dodatkowego nakładu czasu.
Elastyczność dostawy	Zdolność zintegrowanego systemu logistycznego do dystrybucji i dostarczenia produktu od źródła zaopatrzenia materiałowego do ostatecznego klienta, w sposób najbardziej efektywny i bez dodatkowego nakładu czasu.
Elastyczność nowego produktu	Zdolność partnerów łańcucha dostaw do współpracy i koordynacji zupełnie nowego produktu, zgodnie z oczekiwaniami rynku, w sposób najbardziej efektywny i bez dodatkowego nakładu czasu.
Elastyczność reakcji	Zdolność partnerów łańcucha dostaw do reakcji na zmiany w zakresie zaspokajania potrzeb klientów, w sposób najbardziej efektywny i bez dodatkowego nakładu czasu.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Kumar V. Fantazy K. A., Kumar U., Boyle T. A., *Implementation and management framework for supply chain flexibility*, „Journal of Enterprise Information Management”, vol. 19, no. 3, 2006, s. 311.

Każda z tych przesłanek może być osiągnięta w różny sposób. Na przykład firma Cisco, będąca liderem branży informatycznej, postanowiła zapewnić elastyczność swojego łańcucha dostaw tworząc centralny węzeł elektroniczny (ang. e-hub), który łączy dostawców z firmą przez Internet. Dzięki temu wszystkie ogniwa łańcucha dostaw mogły uzyskać w tym samym czasie te same informacje o podaży i popycie oraz natychmiast wychwycić wszelkie wahania i na tej podstawie skutecznie reagować. Z kolei Xilinx, największy na świecie producent programowalnych urządzeń cyfrowych, doprowadził sztukę odraczania produkcji w czasie do doskonałości. Po zakupieniu podstawowego wyrobu klienci mogą przez Internet zaprogramować układy scalone według swoich potrzeb. W efekcie Xilinx znacznie wyeliminował problemy z zapasami. Z kolei producenci odzieży H&M, Mango i Zara przechowują zapasy akcesoriów, takich jak: ozdobne guziki, zamki błyskawiczne, haczyki i

zatrzaski, aby móc produkować odzież nawet wtedy, kiedy łańcuch dostaw zostanie przerwany.⁴⁶

Warto podkreślić, że łańcuch dostaw powinien być nie tylko elastyczny, ale także dynamiczny. Okazuje się, że zmienia się nie tylko popyt ze strony klientów – zmianom ulegają także zależności i relacje pomiędzy ogniwami łańcucha dostaw. Efektywne zbudowanie dynamicznie konfigurowalnego łańcucha dostaw jest jednak trudnym zadaniem. Jest to jednak możliwe dzięki nowoczesnym technologiom informacyjnym, które w krótkim czasie umożliwią bieżący przegląd, analizę i wybór najlepszych wśród wszystkich dostępnych na rynku podmiotów, spełniających określone kryteria (patrz rozdz. 2 i 4).

W literaturze przedmiotu organizację, która działa w złożonym i dynamicznym otoczeniu oraz charakteryzuje się tymczasowością, określa się jako *adhokrację*. Jest ona przeciwieństwem biurokracji i cechuje się dużą elastycznością, swobodą działania i niskim stopniem sformalizowania. J. Niemczyk, powołując się na twórcę tej koncepcji H. Mintzberga, definiuje *adhokrację* jako strukturę tworzoną przez luźno powiązanych między sobą członków organizacji, ale także okresowo powiązanych z wybranymi elementami otoczenia. Struktury tego typu charakteryzują się przemieszczaniem ról wykonawczych, koordynacyjnych i pomocniczych. Wielu specjalistów uznaje *adhokrację* jako archetyp tego typu powiązań.⁴⁷

1.4. Definicje i obszary koncepcji zarządzania łańcuchem dostaw

Wraz z rozwojem łańcuchów dostaw ewoluowała również koncepcja zarządzania nimi. Początkowo działania logistyczne były dość rozproszone, a samą logistykę kojarzono głównie z transportem i magazynowaniem. Z czasem funkcje logistyczne postanowiono zcentralizować, a firmy zaczęły doceniać rolę partnerów biznesowych i patrzeć na łańcuch dostaw bardziej strategicznie (patrz. tab. 1.2). Niebagatelny wpływ na szybką ewolucję zarządzania łańcuchami dostaw miał rozwój technologii informacyjnych, dzięki którym zaczęto budować sieci partnerskie i organizacje wirtualne.

Podobnie, jak nie ma jasnego stanowiska wśród naukowców i praktyków, czym jest łańcuch dostaw, taki sam problem jest w przypadku definiowania zarządzania łańcuchem dostaw. C. Harland zaznacza, że obecnie „jest mało spójności w stosowaniu terminu zarządzanie łańcuchem dostaw i mało przejrzystości, co do jego znaczenia”.⁴⁸

⁴⁶ Ibidem.

⁴⁷ Niemczyk J., *Sieć jako obiekt badań w naukach zarządzania*, w: *Management Forum 2020*, red. K. Krzakiewicz, S. Cyfert, Wydawnictwo UEP, Poznań 2003, s. 119.

⁴⁸ Harland C. M., *Supply Chain Management: Relationships, Chains and Networks*, „British Journal of Management” 1996, vol. 7, Special Issue (March), s. 63, za: Rutkowski K., *Zarządzanie... op.cit.*, s. 2.

Tab. 1.2. Fazy rozwoju koncepcji zarządzania łańcuchem dostaw

Faza rozwoju zarządzania łańcuchem dostaw	Główna koncentracja	Struktura organizacyjna
I faza – do lat 60-tych XX w.		
Magazynowanie i transport	Wydajność operacyjna Wsparcie dla sprzedaży i marketingu Magazynowanie Kontrola zapasów Efektywny transport	Decentralizacja funkcji logistycznych Słabe wewnętrzne połączenia między działaniami logistycznymi Mały autorytet zarządzania logistycznego
II faza – do lat 80-tych XX w.		
Całkowite zarządzanie kosztami	Zarządzanie kosztami Operacje optymalizacyjne Obsługa klienta Logistyka jako źródło konkurencji	Centralizacja funkcji logistycznych Wzrastający autorytet zarządzania logistycznego Rozwój IT
III faza – do lat 90-tych XX w.		
Zintegrowane zarządzanie	Planowanie logistyczne Strategie łańcuchów dostaw Integracja z funkcjami przedsiębiorstwa	Ekspansja funkcji logistycznych Planowanie łańcucha dostaw Wsparcie dla TQM Ekspansja funkcji zarządzania logistycznego
IV faza – do 2000 roku		
Zarządzanie łańcuchem dostaw	Strategiczna wizja łańcucha dostaw Wykorzystanie extranetu Wzrost liczby aliansów Współpraca kładąca nacisk na kompetencje	Sieć partnerów handlowych Organizacja wirtualna Benchmarking i reengineering TQM
V faza – od 2000 roku		
Elektroniczne zarządzanie łańcuchem dostaw	Zastosowanie Internetu w SCM Tani i natychmiastowy dostęp do baz danych E-informacje Synchronizacja SCM	Sieciowy, złożony z wielu przedsiębiorstw łańcuch dostaw Dotcom'y, sklepy internetowe i szybka wymiana rynkowa Organizacyjna elastyczność

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Ross D. F., *Introduction to E-supply Chain Management. Engaging Technology to Build Market-Winning Business Partnerships*, St. Lucie Press, Florida 2003, s. 4-18.

Zarządzanie łańcuchem dostaw sprowadzane jest do strategii, sposobu, koncepcji, a nawet techniki (patrz tab. 1.3). Część autorów uważa zarządzanie łańcuchem dostaw za zarządzanie całym biznesem i sądzi, że w jego proces powinny być włączone wszystkie tradycyjne funkcje biznesowe.⁴⁹ P.B. Schary i T. Skjott-Larsen zaznaczają, że owszem zarządzanie łańcuchem dostaw, podobnie jak zarządzanie w ogóle, wymaga rozwiązywania problemów struktury, przywództwa, podejmowania decyzji, zasobów ludzkich i nadzoru, lecz ma inny charakter, co jest spowodowane zasięgiem i charakterem łańcucha dostaw. W opinii autorów, struktura łańcucha skupia się bardziej na działaniach i procesach, niż na własności organizacji. Kładzie ona nacisk na tworzenie związków i zarządzanie nimi.⁵⁰

Tab. 1.3. Wybrane interpretacje terminu „zarządzanie łańcuchem dostaw”

Rok	Autor	Definicja
1993	J.R. Turner	„...technika zorientowana na wszystkie punkty styku w łańcuchu od dostawców surowców, poprzez różne szczeble produkcji, składowanie i dystrybucję do ostatecznego klienta”.
1997	D. Browsersox	„...strategia oparta na współpracy, zorientowanej na powiązania operacji biznesowych między przedsiębiorstwami w celu osiągnięcia wspólnej wizji rynkowych szans”.
2000	D. Simchi-Levi, P. Kaminsky, E. Simchi-Levi	„...zestaw metod stosowanych do efektywnego integrowania dostawców, producentów, składów i punktów sprzedaży detalicznej, aby produkty były wytwarzane i dystrybuowane we właściwych ilościach, do właściwych miejsc i we właściwym czasie w celu minimalizacji kosztów systemowych i przy założeniu osiągnięcia wymaganego poziomu obsługi”.
2004	S. Chopra, P. Meindl	„...zarządzanie przepływami między ogniwami w łańcuchu dostaw w celu maksymalizacji globalnej rentowności łańcucha dostaw”.
2005	M. Christopher	„...zarządzanie relacjami z dostawcami i odbiorcami w celu dostarczenia klientowi najwyższej wartości po najniższych kosztach całego łańcucha dostaw.”

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Rutkowski K., *Zarządzanie... op. cit.*, s.3; Christopher M., *Logistics and Supply Chain Management*, Prentice Hall, New York 2005, s. 5.

⁴⁹ Mentzer J.T., *Supply Chain Management*, Thousand Oaks, Sage Publication, CA 2001, s.1-25, za: Rutkowski K., *Zarządzanie... op. cit.*, s. 7.

⁵⁰ Schary P.B., Skjott-Larsen T., *Zarządzanie globalnym łańcuchem podaży*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2002, s. 221.

J.B. Houlihan uważa, że „...zarządzanie łańcuchem dostaw pokrywa przepływ produktów od dostawcy, przez producenta i dystrybutora do ostatecznego użytkownika”.⁵¹ Analogiczny punkt widzenia prezentuje organizacja The Global Supply Chain Forum, według której „...zarządzanie łańcuchem dostaw jest integracją kluczowych procesów biznesowych od finalnego użytkownika przez dostawców, którzy dostarczają produkty, usługi i informacje dodające wartość dla nabywców i udziałowców”.⁵²

Natomiast J. Witkowski w swojej książce pt. „Zarządzanie łańcuchem dostaw” powołuje się na definicję G.C. Stevens’a, w której łańcuch dostaw ma logistyczną interpretację.⁵³ „Jest to planowanie, koordynowanie i kontrolowanie przepływu materiałów, części i wyrobów gotowych od dostawców do odbiorców...”.⁵⁴ W podobny sposób interpretuje zarządzanie łańcuchem dostaw organizacja Supply Chain Council, która w modelu SCOR (patrz podrozdz. 1.5) obejmuje operacje związane z procesem planowania, zaopatrzenia, produkcji, dostarczania i zwrotu produktów.

P.B. Schary i T. Skjott-Larsen zauważają, że we wszystkich interpretacjach i definicjach zarządzania łańcuchem dostaw przyjmuje się założenie, że łańcuch dostaw wychodzi naprzeciw zapotrzebowaniom klientów i że klienci otrzymują wyroby z półki sklepowej. Jest to możliwe dzięki realizacji następujących zadań, które stoją przed menedżerami zarządzającymi łańcuchem dostaw:⁵⁵

- kształtowanie ogólnej strategii i wyznaczanie celów,
- kształtowanie struktury organizacji i procesów powodujących, że wyroby i usługi będą odpowiadały wymaganiom rynku,
- tworzenie wspólnych systemów informacyjnych i operacyjnych,
- kształtowanie stosunków międzyorganizacyjnych w celu integrowania operacji,
- zapewnienie dostępności zasobów własnych i przez kontrakty z partnerami,
- tworzenie klimatu sprzyjającego ciągłym ulepszeniom i innowacjom,
- śledzenie środowiska łańcucha dostaw w celu reagowania na zmieniające się warunki.

Idąc tokiem rozważań przedstawionych wcześniej (patrz podrozdz. 1.1), na potrzeby tej rozprawy przyjmiemy, że zarządzanie łańcuchem dostaw to zarządzanie przepływem rzeczy,

⁵¹ Houlihan J.B., *International supply chains: a new approach*, „Management Decision” 1998, vol. 26, no.3, s. 13-19.

⁵² Lambert D. M., *The Eight Essential Supply Chain Management Processes – Supply Chain Management Review*, <http://www.scmr.com/article/CA630007.html>, 2004, dostęp 7.11.2009.

⁵³ Witkowski J., *Zarządzanie... op. cit.*, s. 22.

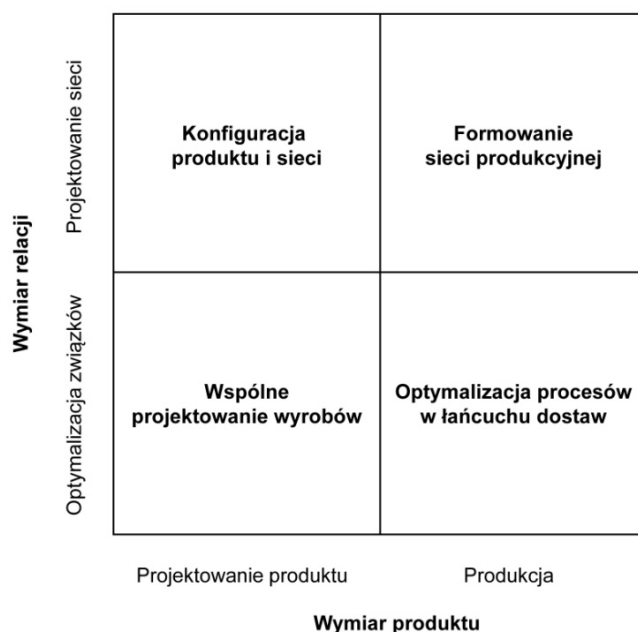
⁵⁴ Stevens G.C., *Integration of the Supply Chain*, „International Journal of Physical Distribution & Logistics Management” 1989, vol. 19, no.8, za: Witkowski J., *Zarządzanie... op. cit.* s. 22.

⁵⁵ Schary P.B., Skjott-Larsen T., *Zarządzanie... op. cit.*, s. 15 i 230.

informacji i środków finansowych przez sieci przedsiębiorstw, które są wobec siebie dostawcami i odbiorcami. Autor ma oczywiście na uwadze, że zarządzanie to jest szerokim pojęciem i obejmuje wiele innych, poza logistycznych, aspektów, takich jak: produkcja, marketing, badania i rozwój produktu, zarządzanie jakością czy finanse.

Mówiąc o zarządzaniu łańcuchem dostaw, warto spróbować opisać podstawowe obszary zarządzania łańcuchem dostaw. Z punktu widzenia wymiaru produktu i relacji występujących między przedsiębiorstwami można wyróżnić:⁵⁶ (patrz rys. 1.4)

- konfigurację produktu i sieci, która polega na podjęciu kluczowych decyzji o oferowanych produktach i usługach, strukturze podmiotowej oraz relacjach zachodzących między ogniwami łańcucha,
- projektowanie wyrobów przy wykorzystaniu potencjału wiedzy dostawców,
- formowanie sieci produkcyjnej do wyboru i określenia zadań produkcyjnych, miejsc produkcji oraz utrzymywania zapasów, co zgodnie z ideą odraczenia może dotyczyć nie tylko przedsiębiorstw przemysłowych, lecz także pozostałych,
- optymalizację procesów zachodzących w łańcuchu dostaw, które są związane z fizycznym przepływem produktów oraz towarzyszącymi mu przepływami informacji i środków finansowych.⁵⁷



Rys. 1.4. Macierz obszarów zarządzania łańcuchem dostaw

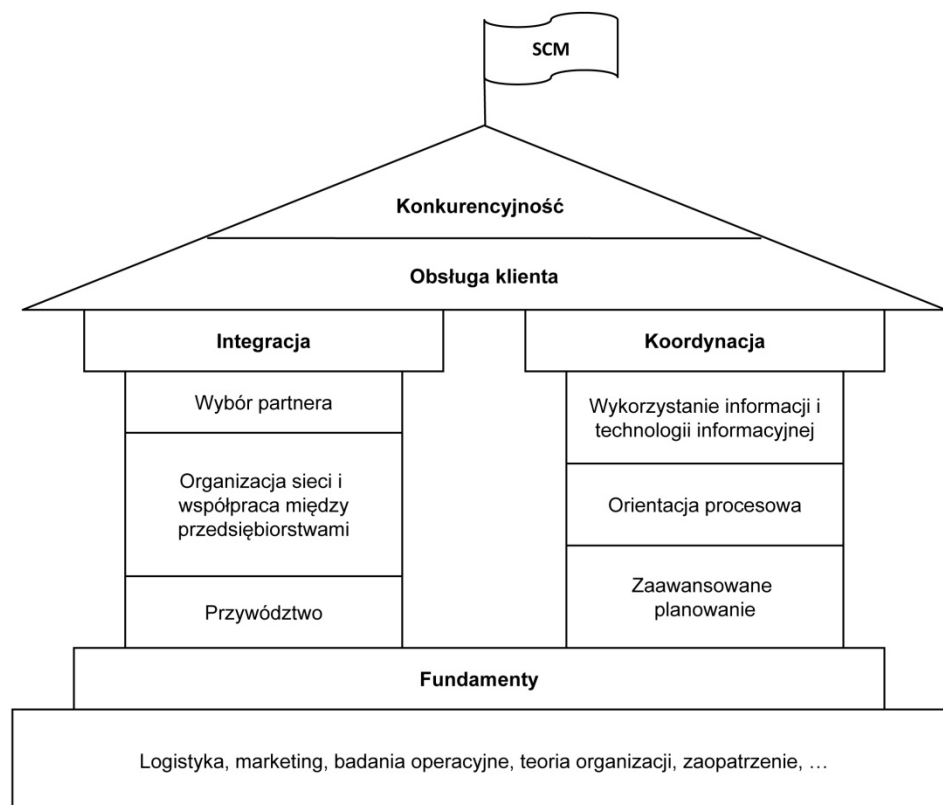
Źródło: Seuring S., Goldbach M., *Cost Management in Supply Chains*, Physica-Verlag, Heidelberg 2002, s.18, za: Witkowski J., *Zarządzanie... op. cit.*, s. 25.

⁵⁶ Cooper R., Slagmulder R., *Supply Chain Development for the Lean Enterprise – Interorganizational Cost Management*, Productivity Press, Portland 1999, s. 10, za: Witkowski J., *Zarządzanie... op. cit.*, s. 25-26.

⁵⁷ Witkowski J., *Zarządzanie... op. cit.*, s. 25-26.

Ciekawą ilustrację aspektów zarządzania łańcuchem dostaw prezentują H. Stadler i C. Kilger. Do ich opisania wykorzystują analogię do struktury budowy domu (ang. house of SCM). Na samej górze znajdują się najistotniejsze cele zarządzania łańcuchem dostaw – konkurencyjność i obsługa klienta (patrz rys 1.5). Zwiększanie konkurencyjności może odbywać się na wiele sposobów, np. przez redukcję kosztów, wzrost elastyczności zgodnie ze zmianami popytu lub przez dostarczenie najwyższej jakości produktów i usług. Dach domu opiera się na dwóch filarach – integracji sieci przedsiębiorstw i koordynacji przepływu informacji, materiałów i finansów.

Autorzy w przedstawionej koncepcji zwracają uwagę, że jest wiele dziedzin i dyscyplin naukowych, które tworzą fundamenty zarządzania łańcuchem dostaw (logistyka, marketing, badania operacyjne, teoria organizacji itd.).⁵⁸

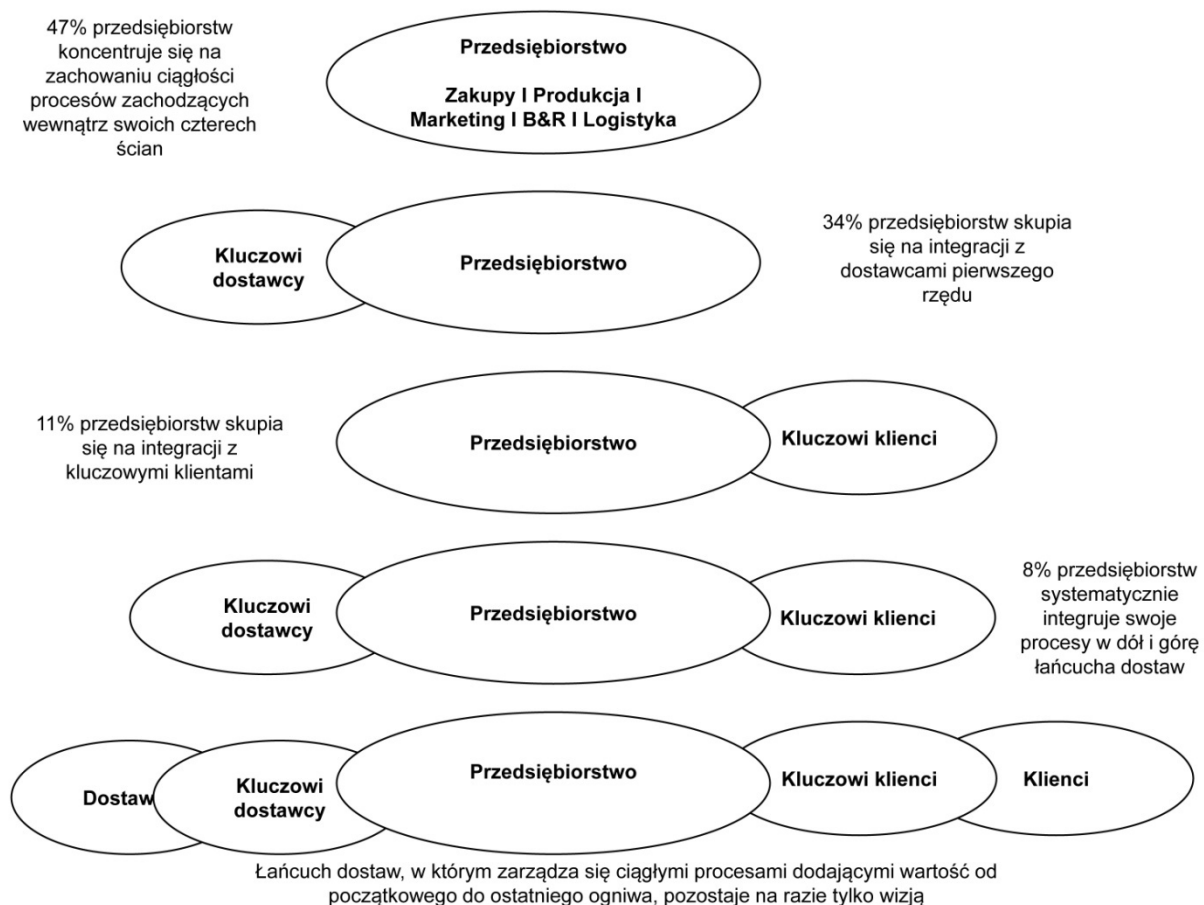


Rys. 1.5. Dom SCM

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Stadler H., Kilger C., *Supply Chain Management and Advanced Planning. Concepts, Models, Software and Case Studies*, Springer-Verlag, Heidelberg 2008, s. 12.

⁵⁸ Stadler H., Kilger C., *Supply Chain Management and Advanced Planning. Concepts, Models, Software and Case Studies*, Springer-Verlag, Heidelberg 2008, s.11-12.

Praktyka gospodarcza pokazuje jednak, że w rzeczywistości większość przedsiębiorstw nie osiąga potencjału, jaki oferuje koncepcja zarządzania łańcuchem dostaw. Z badań przeprowadzonych przez S.E. Fawcett'a i G.M. Magnan'a wynika, że blisko połowa przedsiębiorstw ogranicza się do integracji procesów tylko wewnątrz swojej organizacji, a jedna trzecia koncentruje się na integracji z dostawcami pierwszego rzędu (patrz rys. 1.6). Autorzy zwracają uwagę, że kompleksowa współpraca przedsiębiorstwa z dostawcami dostawców i klientami klientów pozostaje na razie tylko wizją. Zbudowanie łańcucha dostaw, w którym zarządza się ciągłymi procesami dodającymi wartość od początkowego do ostatniego ogniwa, jest trudnym do realizacji zadaniem.⁵⁹ Wynika to prawdopodobnie z problemów w osiągnięciu efektywnej współpracy i ograniczeń spowodowanych konkurencją, jak na przykład niechęć do dzielenia się informacjami dotyczącymi przedsiębiorstwa.⁶⁰



Rys. 1.6. Aktualnie praktykowany zakres zarządzania łańcuchem dostaw

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Fawcett S.E., Magnan G.M., *The rhetoric and reality... op. cit.*, s. 354.

⁵⁹ Fawcett S.E., Magnan G.M., *The rhetoric and reality of supply chain integration*, "International Journal of Physical Distribution & Logistics Management" 2002, vol. 32, no. 5, s. 351-354.

⁶⁰ Balou R. H., *The evolution and future of logistics and supply chain management*, "European Business Review" 2007, vol. 19, no. 4, s. 340.

1.5. Ulepszanie łańcucha dostaw

We wczesnych latach 90-tych XX wieku przedsiębiorstwa zaczęły coraz częściej zwracać uwagę na identyfikowanie swojego otoczenia biznesowego i budować łańcuchy dostaw, zgodnie z najlepszymi praktykami biznesowymi (ang. best practices).⁶¹ Bardzo pomocny okazał się referencyjny model oceny łańcucha dostaw, tzw. model SCOR (ang. Supply Chain Operations Reference-Model), który służy do opisu i kompleksowej analizy łańcucha dostaw. Został on po raz pierwszy opublikowany w 1996 roku przez Supply-Chain Council. Od tego czasu model jest systematycznie rozwijany przez tą organizację i przedsiębiorstwa z nią współpracujące.

SCOR został zaprojektowany z myślą o umożliwieniu przedsiębiorstwom sprawnej komunikacji, porównywaniu oraz czerpaniu wiedzy od konkurencji i innych przedsiębiorstw skupionych w danej branży, jak i poza nią. Producenci, dostawcy, dystrybutorzy i detaliści dzięki użyciu modelu SCOR mają możliwość oszacowania efektywności swoich łańcuchów dostaw oraz określenia i zmierzenia konkretnych procesów operacyjnych.⁶²

Model bazuje na pięciu głównych procesach: planowania, zaopatrzenia, produkcji, dostaw i zwrotów. Wyróżniono w nim cztery poziomy szczegółowości: podstawowa analiza konkurencyjności, przepływy materiałowe, przepływy informacji i pracy, implementacja zmian. Kluczowe jest porównanie tych procesów z najlepszymi praktykami, które powstają na podstawie doświadczenia firm skupionych w organizacji.

Model wpasowuje powyższe kategorie procesów w ramy całego łańcucha dostaw przekładając je na strategię operacyjną przedsiębiorstwa oraz na jego przepływy materiałów, pracy i informacji (patrz rys. 1.7).⁶³

SCOR integruje też wszystkie dobrze znane koncepcje zarządzania procesowego, reengineeringu i benchmarkingu. W modelu zawarte są również następujące komponenty.⁶⁴

- standardy opisów zarządzania procesowego,
- standardy pomiaru wykonania procesów,
- struktura relacji pomiędzy typowymi procesami w przedsiębiorstwie,
- definicje działań, które przekładają się na pozycję „najlepszego w branży”,

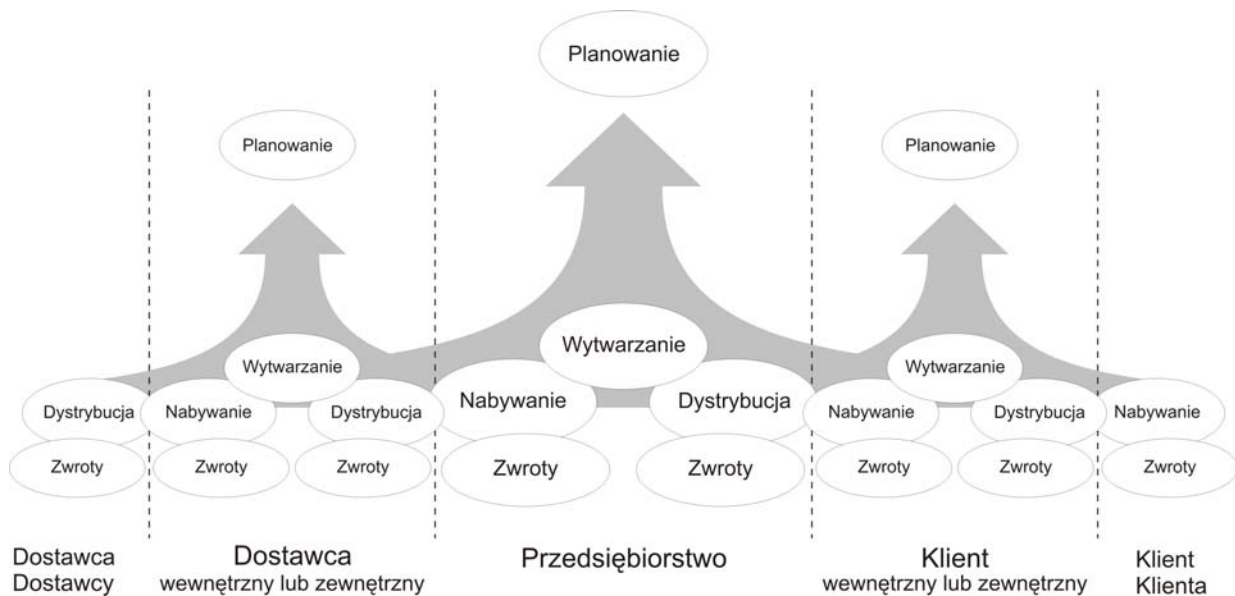
⁶¹ Kemppainen K., Vepsäläinen A.P.J., *Trends in industrial supply chains and networks and networks*, "International Journal of Physical Distribution & Logistics Management" 2003, vol. 33, no. 8, s. 703

⁶² Fuks K., *SCOR – Model referencyjny łańcucha dostaw*, w: Instrumenty zarządzania łańcuchami dostaw, red. Ciesielski M., Wydawnictwo PWE, Warszawa 2009, s. 167-168.

⁶³ Ibidem.

⁶⁴ *SCOR 9.0 Overview Booklet*, <http://www.supply-council.org>, s. 2, dostęp 8.12.2008; Kisperska-Moroń D., *Benchmarking jako narzędzie zarządzania logistycznego*, Katowice 2000, s.139.

- opisy procesów zarządzania w przedsiębiorstwie,
- zasadnicze uwarunkowania modelowania procesów.



Rys. 1.7. Referencyjny model oceny łańcucha dostaw – SCOR

Źródło: SCOR 9.0 Overview Booklet, <http://www.supply-council.org>, dostęp 8.12.2008, s. 3.

Warto jednak zauważyć, że model SCOR nie ma na celu opisanie każdego procesu czy aktywności biznesowej, a w szczególności: ⁶⁵

- sprzedaży i marketingu,
- badań i rozwoju technologicznego,
- rozwoju produktu,
- niektórych elementów wsparcia posprzedażowego.

Konkurencyjny wobec SCOR jest SCM Model, zaproponowany przez organizację Global Supply Chain Forum. Opiera się on ośmiu wzajemnie uzupełniających się procesach biznesowych, które są wspierane narzędziami informatycznymi. Są nim: ⁶⁶

Zarządzanie relacjami z klientem

Proces ten umożliwi skonstruowanie modelu wspomagającego optymalne budowanie, rozwijanie i utrzymywanie kontaktów z klientami. W szczególności identyfikuje segmenty rynkowe, pozwala generować kryteria kategoryzujące klientów i określać ich dochodowość.

⁶⁵ SCOR 9.0... *op.cit.*, s. 3

⁶⁶ Lambert D. M., *The Eight Essential...* *op.cit.*; <http://www.spinsa.pl>, dostęp 7.11.2008.

Zarządzanie obsługą klienta

W ramach tego procesu klient jest w stanie na bieżąco sprawdzać dostępność produktów, terminy oraz bieżący status dostaw. Dostęp do aktualnej informacji gwarantuje interfejs powiązany bezpośrednio z planami produkcyjnymi i logistycznymi producenta.

Zarządzanie popytem

Głównym celem zarządzania popytem jest utrzymanie optymalnej równowagi pomiędzy oczekiwaniami klienta a zdolnościami produkcyjnymi producenta.

Realizacja zamówień

Efektywna realizacja zamówień wymaga integracji planów produkcyjnych, logistycznych i marketingowych po stronie producenta. Producent powinien dążyć do utrzymywania pozytywnych relacji z dostawcami w obrębie łańcucha dostaw w celu dostarczania wartości dodanej klientom i obniżania kosztów dostarczania produktów na rynek. Niezwykle ważną rzeczą na poziomie strategicznym jest właściwe zaprojektowanie sieci logistycznej dostawców, ze względu na ich rozmieszczenie geograficzne, charakterystykę oferowanych surowców i wybór metod transportowych.

Zarządzanie przepływami produkcyjnymi

Jest ono powiązane bezpośrednio z elastycznym wytwarzaniem produktów, kontrolą ich jakości, analizą przyczyn występowania odchyleń oraz ciągłą kontrolą stanów magazynowych.

Zarządzanie relacjami z dostawcami

Proces ten oddziałuje na dostawców produktów i usług. Jego rolą jest identyfikacja i budowanie ścisłych relacji biznesowych z tzw. kluczowymi dostawcami (dokonywanie kategoryzacji dostawców poprzez określenie ich zyskowności, możliwości rozwoju i sposobu serwisowania sprzedanych wyrobów).

Rozwój i sprzedaż produktu

W rozwoju i sprzedaży produktu kluczowe znaczenie przypisuje się szybkości dostarczenia nowego lub udoskonalonego produktu na rynek. W ten sposób zarządzanie łańcuchem dostaw integruje klientów i dostawców w proces rozwoju produktu.

Zarządzanie zwrotami

Efektywne zarządzanie reklamacjami jest bardzo istotnym procesem w zarządzaniu łańcuchem dostaw. Podczas, gdy wiele firm zaniedbuje ten aspekt działalności, okazuje się, że może ono przyczynić się do osiągnięcia przez firmę przewagi konkurencyjnej. Proces ten wymaga znajomości kwestii ochrony środowiska i określonych aspektów prawnych związanych z procedurami wtórnego użytkowania produktów.

Zgodnie z koncepcją Global Supply Chain Forum każdy w powyższych procesów jest zarządzany przez wielozadaniowy zespół, który składa się z osób reprezentujących działy: logistyki, produkcji, zaopatrzenia, finansów, marketingu, badań i rozwoju.

1.6. Elektroniczny łańcuch dostaw

Jak zauważono wcześniej (patrz podrozdz. 1.4), na dynamiczny rozwój koncepcji łańcucha dostaw i zarządzania nim miał niebagatelny wpływ postęp technologiczny. Nowe technologie informacyjne i komunikacyjne (ICT, ang. Information and Communication Technology) zrewolucjonizowały zarządzanie łańcuchem dostaw, umożliwiając różnym firmom zlokalizowanym w wielu miejscach na świecie budowanie aliansów, które są w stanie odpowiedzieć na bieżące potrzeby klientów. Te alianse reprezentują zaawansowaną i dynamicznie zmieniającą się sieć, która składa się z wielu łańcuchów dostaw. Mają one na celu zdobycie przewagi konkurencyjnej i skupiają się na swoich zasobach oraz przenoszą składowe elektronicznego biznesu na specyficzne segmenty rynku. Innymi słowy, koncentracja zarządzania łańcuchem dostaw przesuwa się z inżynierii i ulepszania indywidualnych procesów do koordynacji czynności w obrębie wirtualnego łańcucha dostaw.⁶⁷

W związku z powyższym, coraz częściej mówi o kolejnej fazie rozwoju współpracy między dostawcami a odbiorcami – o elektronicznym łańcuchu dostaw (eSC, ang. electronic Supply Chain). Elektroniczny łańcuch dostaw (określany również jako e-łańcuch dostaw) definiuje się jako grupę przedsiębiorstw połączonych zarówno wewnątrz, jak i między sobą za pomocą sieci informatycznej, wykorzystywanej w realizacji procesu przepływu materiałowo-informacyjnego oraz przepływu środków pieniężnych.⁶⁸

Kooperacja w elektronicznym łańcuchu dostaw umożliwia poszczególnym ogniwom:⁶⁹

⁶⁷ Folinas D., Manthau V., Sigala M., Vlachopoulou M., *E-volution... op. cit.*, s. 274.

⁶⁸ Williams L.R., Esper T.L., Ozment J., *The Electronic Supply Chain. Its Impact on the Current and Future Structure of Strategic Alliances, Partnerships and Logistics Leaderships*, "International Journal of Physical Distribution and Logistics Management", vol. 32, no. 8, 2002, s. 705.

⁶⁹ Folinas D., Manthau V., Sigala M., Vlachopoulou M., *E-volution... op. cit.*, s. 269.

- uczestniczenie we wspólnym projektowaniu i rozwijaniu nowych produktów,
- uczestniczenie we wspólnym prognozowaniu popytu,
- elastyczne wykorzystanie wszystkich dostępnych zasobów,
- lepszą i szybszą odpowiedź na potrzeby klientów.

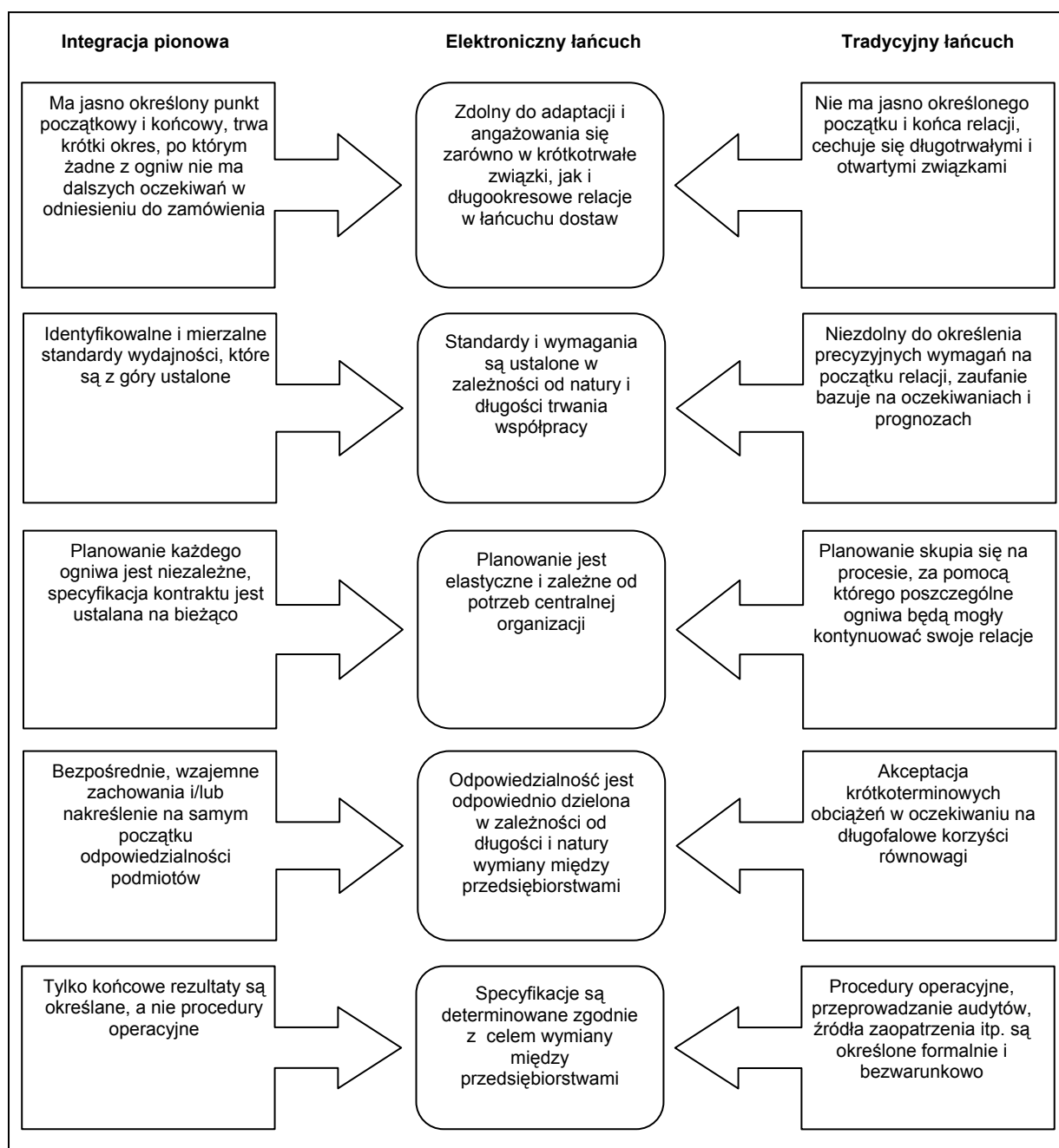
Zasadnicza różnica między elektronicznym łańcuchem dostaw a jego tradycyjnym odpowiednikiem polega na tym, że ten pierwszy opiera głównie swoje związki o technologie, a decyzje są podejmowane na bazie kryterium efektywności. Elektroniczny łańcuch dostaw łączy zalety związków występujących w integracji pionowej (krótkotrwałe i niezobowiązujące relacje między uczestnikami) i w tradycyjnym łańcuchu dostaw (partnerstwo i wzajemne zaufanie) (patrz rys. 1.8).

Przykładowo, z rozwiązań w zakresie eSC korzysta firma Dell, światowy producent komputerów. Dell zdobył pozycję lidera na rynku amerykańskim, dzięki wprowadzeniu pod koniec lat 90-tych XX wieku nowego modelu sprzedaży. Klienci Dell'a składali zamówienia elektronicznie na komputery, po czym były one osobiście do nich dostarczane. W efekcie wyeliminowano pośredników w łańcuchu dostaw i osiągnięto z tego tytułu wymierne korzyści. Od kilku lat firma współpracuje również ze swoimi globalnymi dostawcami przez Internet. Do codziennej komunikacji służy witryna internetowa valuechain.dell.com, w której znajdują się bieżące i rzeczywiste informacje o podaży i popycie na odpowiednie komponenty. Dell wysyła do dostawców także swoje prognozy i otrzymuje odpowiedź o możliwościach wparcia swojej przyszłej produkcji. Używając valuechain.dell.com firma wydała ponad 26 mld USD na zaopatrzenie w bezpośrednie materiały pochodzące z całego świata i 800 mln USD na zakup usług logistycznych. Dell nadal kontynuuje swoją strategię utrzymania pozycji lidera na rynku, integrując technologie internetowe ze swoimi procesami biznesowymi nie tylko w sferze zaopatrzenia, ale także w wielu innych, m.in. w sprzedaży i zarządzaniu obsługą klienta.⁷⁰

Warto zauważyć, że elektroniczny łańcuch dostaw powstaje w wyniku wdrożenia wielu rozwiązań logistycznych, właściwych dla konkretnej organizacji, rodzaju obsługiwanego rynku, cech i preferencji klientów, otoczenia gospodarczego, specyfikacji dostarczanego produktu lub usługi itp.⁷¹, ale także rozwiązań informatycznych, dotyczących zarówno pojedynczych firm, jak i sieci przedsiębiorstw. Szczególnie ważna jest ta druga grupa rozwiązań. Z uwagi na ich duże znaczenie dla prowadzenia dalszych wywodów, są one szczegółowo opisane w kolejnym rozdziale. Szczególnie duży nacisk jest położony na walory i wady tych technologii w kontekście przedsiębiorstwa i łańcucha dostaw.

⁷⁰ Chou D.C., Tan X., Yen D.C., *Web technology and supply chain management*, "Information Management & Computer Security" 2004, vol. 12, no. 4, s. 344-345.

⁷¹ Świerczek A., *Elektroniczne ... op. cit.*, s. 8.



Rys. 1.8. Elektroniczny łańcuch dostaw łączący zalety integracji pionowej i tradycyjnego łańcucha dostaw

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Williams L.R., Esper T.L., Ozment J., *The Electronic Supply Chain. Its Impact on the Current and Future Structure of Strategic Alliances, Partnerships and Logistics Leaderships*, "International Journal of Physical Distribution and Logistics Management" 2002, vol. 32, no. 8, s. 705.

2. Technologie informacyjne do zarządzania łańcuchem dostaw

2.1. Informacja, system informacyjny i technologia informacyjna

Podstawą zarządzania, a w konsekwencji efektywnego funkcjonowania łańcucha dostaw, jest przede wszystkim dobrze rozwinięty system operacyjny, który tworzą poszczególne przedsiębiorstwa, ich pracownicy i infrastruktura logistyczna (hale produkcyjne, magazyny, centra dystrybucyjne, środki transportowe itp.). W systemie tym przesyłane są zarówno rzeczy, informacje o nich, jak również środki finansowe.

Warto w tym miejscu przypomnieć, czym jest w ogóle informacja i jak jest ona rozumiana. *Informację* (łac. informatio – wyobrażenie, pojęcie) można sformułować jako przekaz w formie danych, dotyczących określonego zagadnienia. Dane te (w postaci liczb, obrazów, wyrazów) są uporządkowane, usystematyzowane i tak przedstawione, aby można je było zinterpretować. Informacja jest zatem nośnikiem treści o charakterze wytwórczym.⁷² Informacja w ujęciu J. Kisielnickiego i H. Sroki jest także rodzajem zasobu, który umożliwia zwiększenie naszej wiedzy o nas i otaczającym nas świecie.⁷³

Z perspektywy przedsiębiorstwa zasoby w postaci informacji są niezbędne do jego prawidłowego funkcjonowania. Dotyczą one nie tylko jego poszczególnych części, ale także połączenia firmy z jej kontrahentami. W logistyce bardzo duże znaczenie, poza samym pozyskiwaniem i gromadzeniem informacji, ma ich wymiana między nadawcą a odbiorcą. Warto zaznaczyć, że przepływ informacji występuje jeszcze przed rozpoczęciem przepływu rzeczy. Dotyczy to na przykład złożenia zapytania ofertowego na określone towary czy usługi do potencjalnego dostawcy i następnie jego odpowiedzi w postaci oferty handlowej.

W gospodarce XXI wieku informacja powinna być traktowana bardziej jako wspólny, niż jako strategiczny zasób pojedynczej firmy. Jest to spowodowane tym, że obecnie łatwiej zdobywa się przewagę nad konkurencją, współpracując z partnerami, wspólnie planując i realizując przedsięwzięcia. Dzięki dostępowi do właściwej i poprawnej informacji wszyscy uczestnicy łańcucha dostaw mają większą wiedzę na temat procesów i operacji odbywających się w jego obrębie, co umożliwia wytyczanie zamierzeń oraz określanie przyszłej strategii. Ponadto, aktualne informacje umożliwiają rozwiązywanie bieżących problemów, szybszą reakcję na zmiany na rynku i odpowiedź na indywidualne potrzeby klientów. Dlatego też przedsiębiorstwa, które potrzebują szybkiego i ciągłego dostępu do rzetelnych danych, tworzą system informacyjny.

⁷² Chajtman S., *Systemy i procesy informacyjne*, Wydawnictwo PWE, Warszawa 1986, s. 19-30.

⁷³ Kisielnicki J., Sroka H., *Systemy informacyjne biznesu. Informatyka dla zarządzania*, Agencja Wydawnicza Placet, Warszawa 2005, s. 13-14.

2.1.1. System informacyjny a informatyczny

System informacyjny obejmuje zasoby informacji oraz te elementy, które umożliwiają zasilanie, utrzymanie i dostarczenie użytkownikowi tych zasobów. Elementami tymi są: nadawcy i odbiorcy informacji oraz techniczno-organizacyjne środki zbierania, komunikacji, przetwarzania i ochrony informacji. J. Kisielnicki i H. Sroka definiują także system informacyjny jako mającą wiele poziomów strukturę, która umożliwia użytkownikowi przekształcenie, za pomocą procedur i modeli, informacji wejściowych w wyjściowe.⁷⁴

System informacyjny zespala więc całą organizację i umożliwia właściwe planowanie oraz podejmowanie decyzji, precyzowanie spójnych celów i koordynację działań, które są tak ważne w zarządzaniu przedsiębiorstwem.

W przypadku łańcucha dostaw, w którym integruje się różnorodne operacje, system informacyjny wymaga opracowania przez wszystkich jego uczestników akceptowalnych procesów i procedur, wspólnych baz danych oraz sposobu ich kodowania.⁷⁵

Dynamiczny rozwój informatyki w ostatnich latach umożliwił „komputeryzację” systemów informacyjnych, a tym samym budowanie systemów informatycznych. Jest to coraz powszechniejszy sposób zwiększenia sprawności działania systemu zarządzania nie tylko w przedsiębiorstwach, ale także w innych organizacjach.

System informatyczny stanowi część systemu informacyjnego, w której generowanie i gromadzenie danych, przetwarzanie, analizowanie i ich udostępnianie odbywa się przy wykorzystaniu metod, technik, technologii i środków informatycznych.⁷⁶ System informatyczny jest zatem platformą funkcjonowania systemu informacyjnego, który jest pojęciem szerszym, gdyż obejmuje także czynnik ludzki i tradycyjne metody komunikacji międzyludzkiej.

Według K.C. i J.P. Laudon’ów, system informatyczny jest „...zbiorem wzajemnie powiązanych modułów współpracujących po to, aby zbierać, wyszukiwać, przetwarzać, przechowywać i rozpowszechniać informacje w celu ułatwienia planowania, kontroli, koordynacji, analiz i podejmowania decyzji w przedsiębiorstwach i innych organizacjach”.⁷⁷ Z kolei S. Alter uważa, że „...system informatyczny to system działania (ang. work system), realizujący procesy polegające na gromadzeniu, przesyłaniu, przechowywaniu, wyszukiwaniu, przetwarzaniu i prezentowaniu informacji, oraz wspomagający inne systemy działania”.⁷⁸

⁷⁴ Kisielnicki J., Sroka H., *Systemy informacyjne... op. cit....*, s. 18.

⁷⁵ Schary P.B., Skjott-Larsen T., *Zarządzanie... op.cit.*, s. 248.

⁷⁶ Adamczewski P., *Informatyczne wspomaganie łańcucha logistycznego*, Wydawnictwo UEP, Poznań 2001, s. 17.

⁷⁷ Laudon K. C., Laudon J. P., *Information systems and the Internet: A Problem Solving Approach*, The Dryden Press, Fort Worth 1998, s. 88.

⁷⁸ Alter S., *Information systems: Foundation of E-Business*, Prentice Hall Upper, Saddle River 2002, s. 1.

Łatwo zauważyć, że pojęcie systemu informatycznego definiowane jest przez różnych autorów w dość podobny sposób – zazwyczaj przez określenie funkcji i celów systemu. Warto nadmienić, że w powyższych i wielu innych definicjach można wyróżnić sześć podstawowych funkcji systemu informatycznego: gromadzenie, przechowywanie, wyszukiwanie, przetwarzanie, przesyłanie i udostępnianie informacji. Systemy informatyczne, które realizują jakieś zadanie, zawsze wykonują co najmniej jedną z tych funkcji. Może to być tylko jedna funkcja, ale także dowolny ich podzbiór.

System informatyczny jest integralną częścią struktury przedsiębiorstwa i musi być brany pod uwagę przy kształtowaniu zdarzeń ekonomicznych oraz procesów decyzyjnych.⁷⁹ Niezależnie od dużych początkowych nakładów finansowych w postaci wydatków na szkolenia, oprogramowanie i wdrożenie, system informatyczny umożliwia formalizację struktury organizacyjnej, zwiększenie rozpiętości kierowania, automatyzowanie zadań i natychmiastowe dostarczanie potrzebnych informacji. Ponadto, wspomaga on planowanie, sterowanie różnymi urządzeniami i ułatwia współpracę w przedsiębiorstwach mających wiele oddziałów.⁸⁰

Trzeba tutaj zaznaczyć, że w literaturze anglojęzycznej nie stosuje się rozróżnienia na systemy informacyjne i systemy informatyczne, co jest po części wyrazem powszechnego zastosowania informatyki w tych systemach, a po części brakiem odpowiedniego terminu.

2.1.2. Technologia informacyjna

Nie rozróżnia się również pojęć *technologia informacyjna* i *technologia informatyczna* w literaturze anglojęzycznej. Natomiast w polskiej praktyce gospodarczej i piśmiennictwie fachowym raczej nie używa się tych dwóch terminów zamiennie. Różnica między nimi polega na tym, że ten pierwszy zawiera w sobie nie tylko technologię informatyczną (ang. information technology), ale także technologię komunikacyjną (ang. communication technology) i sprzęt komputerowy (ang. hardware).⁸¹ Mówiąc bardziej ogólnie, technologia informacyjna dla programisty służy jako narzędzie do projektowania oraz budowania systemów informatycznych i telekomunikacyjnych, natomiast użytkownikowi oferuje rozwiązania, za pomocą których może pozyskiwać, selekcjonować, analizować, przetwarzać, zarządzać

⁷⁹ Scheer A. W., *Wstęp do informatyki gospodarczej – podstawy efektywnego zarządzania informacją*, Wydawnictwo UW, Warszawa 1996, s. 11-17.

⁸⁰ Jabnoun N., Sahraoui S., *Enabling a TQM structure through information technology*, "Competitiveness Review", 2004, vol, 14, no. 1-2, s. 73.

⁸¹ Kolbusz E., Olejniczak W., Szyjewski Z., *Inżynieria systemów informatycznych w e-gospodarce*, Wydawnictwo PWE, Warszawa 2005, s. 47.

informacjami i przekazywać je innym użytkownikom. Obecnie, gdy niemal każde urządzenie elektroniczne (w tym AGD) jest mniej lub bardziej wyspecjalizowanym komputerem wpiętym w różnego rodzaju sieci komunikacyjne, w szczególności w Internet, podział na część komunikacyjną i informatyczną powoli traci na znaczeniu.

2.2. Technologie informacyjne w przedsiębiorstwach

Ogromny postęp w informatyce spowodował, że modele ekonomiczne, które wcześniej były nieprzydatne (np. z powodu braku wystarczających narzędzi obliczeniowych), mogą być teraz z powodzeniem wykorzystywane. Dość powiedzieć, że w obecnych czasach zastosowanie technologii informacyjnych na potrzeby zarządzania jest właściwie nieuniknione.

Jak zauważono w poprzednim rozdziale, do funkcjonowania nowoczesnego łańcucha dostaw i zarządzania nim niezbędne są różne technologie informacyjne. Wśród nich można wymienić: zintegrowany system informatyczny klasy ERP, system zarządzania łańcuchem dostaw (SCM), elektroniczną wymianę danych, technologie internetowe i technologię agentową. W kolejnych punktach i podrozdziałach tej rozprawy są one szczegółowo przedstawiane. Warto zauważyć, że mają one wiele zalet. Jednakże nie są one pozbawione wad, które mają konsekwencje dla łańcucha dostaw, w szczególności jego konfigurowania. Dlatego też, po przedstawieniu każdej technologii wykorzystywanej w przedsiębiorstwie i łańcuchu dostaw, wskazane są największe ich ograniczenia i problemy wynikające z ich stosowania.

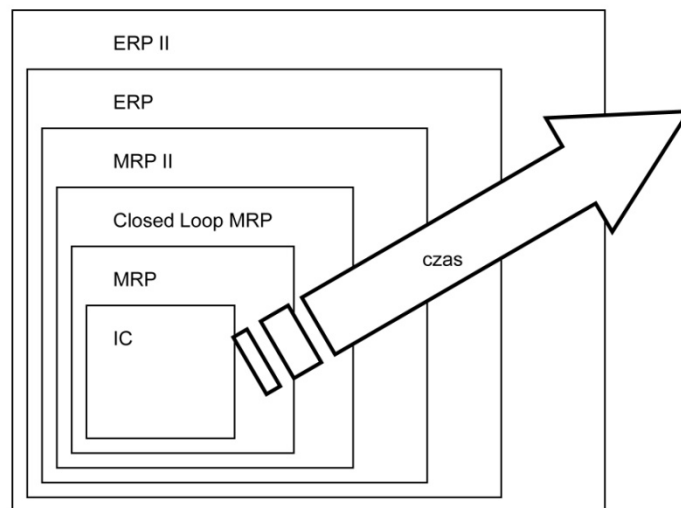
2.2.1. Ewolucja systemów zarządzania przedsiębiorstwem

Zanim powstały systemy o bardzo rozbudowanej funkcjonalności, to musiały one przebyć dość długą drogę – od systemów ewidencyjno-transakcyjnych, informacyjno-decyzyjnych, wspomagających decyzje, przez systemy eksperckie, informowania kierownictwa, aż do zintegrowanych systemów informatycznych.⁸²

Również historia zastosowania technologii informacyjnych w logistyce jest dość bogata (patrz rys. 2.1). Już w latach 50-tych XX wieku powstały pierwsze systemy, których celem było zarządzanie stanem zapasów w magazynach (ang. Inventory Control). Niespełna dziesięć lat później nastąpił przełom w konstrukcji rozwiązań informatycznych wspomagających zarządzanie logistyczne. Zaowocowało to powstaniem systemów planowania potrzeb materiałowych, zwanych MRP (ang. Material Requirement Planning). Systemy te jako

⁸² Adamczewski P., *Informatyczne wspomaganie łańcucha logistycznego*, Wydawnictwo UEP, Poznań 2001, s. 29-30.

pierwsze połączyły kilka powiązanych ze sobą funkcji przedsiębiorstwa, choć nadal pokrywały stosunkowo niewielki obszar ich działalności. Nie dawały one prawie żadnych możliwości monitorowania i nie pozostawiały miejsca na informację zwrotną. Brak monitoringu sprawiał, że systemy także nie były wrażliwe na pojawiające się różnice między planem a rzeczywistym wykonaniem, jak również na nieprzewidziane przypadki. Z tego powodu zbudowano MRP z tzw. zamkniętą pętlą procesu produkcyjnego (ang. closed loop MRP), dodając funkcje zbierające i uwzględniające informacje od dostawców i sprzedawców. Statyczny model MRP nabrał w konsekwencji dynamiki, gdyż dzięki sprzężeniu zwrotnemu można było na bieżąco reagować na zmieniające się parametry produkcji. Wynikiem dalszej ewolucji były systemy klasy MRP II (ang. Manufacturing Resource Planning), które z roku na rok stawały się coraz bardziej kompleksowymi narzędziami, obejmującymi dużo więcej obszarów działalności przedsiębiorstwa.



Rys. 2.1. Rozwój zintegrowanych systemów informatycznych wspomagających zarządzanie przedsiębiorstwem

Źródło: Kawa A., Wieczerzycki W., *Informatyczne wspomaganie zarządzania łańcuchem dostaw*, w: *Instrumenty zarządzania łańcuchami dostaw*, red. Ciesielski M, Wydawnictwo PWE, Warszawa 2009, s. 284.

Wraz z początkiem lat 90-tych XX wieku pojawiły się zintegrowane systemy informatyczne klasy ERP (ang. Enterprise Resource Planning), umożliwiające kompleksowe zarządzanie procesami wewnątrz przedsiębiorstwa. ERP określa się często jako pakiet oprogramowania do planowania zasobów podmiotu gospodarczego, który jest gotowym do implementacji zbiorem modułów (aplikacji), obsługującym wszystkie funkcje biznesowe

przedsiębiorstwa i mającym możliwość dynamicznej konfiguracji.⁸³ Głównym celem takiego pakietu jest pełna integracja wszystkich obszarów działalności przedsiębiorstwa. Powinien on wspomagać zarówno wyspecjalizowane funkcje produkcyjne, np. zarządzanie zmianami konstrukcyjnymi i technologicznymi, jak i zarządzanie jakością, remontami, serwisem, personelem itp. Wśród wielu zadań systemów ERP charakterystycznym ich elementem jest generowanie wszechstronnych analiz finansowych na potrzeby naczelnego kierownictwa. Ponadto, systemy ERP umożliwiają dostosowanie informacji do potrzeb korzystającego z nich użytkownika i symulację różnorodnych działań, ich analizę oraz skutki – także finansowe.⁸⁴

Warto zauważyć, że klasyczne systemy ERP, które powstały na początku lat 90-tych XX wieku, są już przeszłością. Dostawcy systemów ERP starają się je cały czas rozwijać, głównie przez modyfikacje i dodawanie nowej funkcjonalności. Zaczęto je również integrować z podsystemami zajmującymi się współdziałaniem z otoczeniem przedsiębiorstwa. Do najważniejszych z nich można zaliczyć podsystemy: zarządzania łańcuchem dostaw SCM (ang. Supply Chain Management), zarządzania relacjami z klientami CRM (ang. Customer Relationship Management) i zarządzania relacjami z dostawcami SRM (ang. Supplier Relationship Management).⁸⁵

Wszystkie trzy powyższe podsystemy umożliwiają przede wszystkim zacieśnienie współpracy z partnerami biznesowymi, dzięki integracji danych o kontaktach z otoczeniem z systemami klasy ERP. SCM jest omówiony szczegółowo w podrozdziale 2.3, dlatego jego opis w tym miejscu zostaje pominięty.

CRM obejmuje przede wszystkim zarządzanie kontaktami z aktualnymi i potencjalnymi klientami. Wspomaga sprzedaż, przeprowadzanie kampanii marketingowych, telemarketing, serwis, obsługę klienta po sprzedaży, call center itp. Głównym celem CRM jest przede wszystkim pozyskanie nowych nabywców, zwiększenie sprzedaży i skrócenie czasu reakcji na zapytania klientów.

Z kolei SRM wspomaga zarządzanie kontaktami z dostawcami. Obejmuje pełen cykl dostaw – począwszy od strategicznego ustalania źródła dostaw, po operacyjne zaopatrzenie i włączenie do współpracy dostawców. Umożliwia integrację operacji, stymulując współpracę pomiędzy dostawcami przez automatyzację procesów realizowanych przy współdziałaniu wszystkich dostawców w ramach zakupu towarów i usług oraz w obrębie całego przedsiębiorstwa (patrz tab. 2.1).

⁸³ Kale V., *SAP R/3. Przewodnik dla menadżerów*, Wydawnictwo Helion, Gliwice 2001, s. 24-25.

⁸⁴ Kawa A., Wieczerzycki W., *Zintegrowane systemy informacyjne*, w: *Instrumenty zarządzania łańcuchami dostaw*, red. Ciesielski M., Wydawnictwo PWE, Warszawa 2009, s. 288.

⁸⁵ Ibidem.

Tab. 2.1. Przykładowe funkcje podsystemów SRM i CRM

Funkcje SRM	Funkcje CRM
Współpraca przy projektowaniu	Analiza rynku
Decyzje dotyczące pozyskiwania produktów	Proces sprzedaży
Negocjacje	Zarządzanie zamówieniami
Proces zaopatrzenia	Zarządzanie centrum obsługi telefonicznej
Współpraca przy zaopatrzeniu	Zarządzanie centrum serwisowym

Źródło: Chopra S., Meindl P., *Supply Chain Management: Startegy, Planning and Operation*, Prentice Hall, Upper Sadle River, New Jersey 2004, s. 522, za: Bozarth C., Handfield R.B., *Wprowadzenie do zarządzania operacjami i łańcuchem dostaw*, Wydawnictwo Helion, Gliwice 2007, s. 663.

Poza możliwością dołączenia nowych rozwiązań, takich jak CRM i SRM, do istniejącego już systemu ERP, w ostatnim czasie coraz częściej mówi się o nowej generacji systemów wspomagających zarządzanie, które mają być następcami ERP.

Najbardziej spójną, długofalową i konkretną koncepcję na temat przyszłości systemów klasy ERP wysnuli kilka lat temu analitycy Gartner Group, firmy konsultingowej specjalizującej się w zakresie technologii informacyjnych. Zauważyli oni, że oprogramowanie, podobnie jak żywe organizmy, podlega ciągłej ewolucji. Wraz ze zmianą technologii, zmieniają się potrzeby biznesowe. W wyniku tych zmian powstaje kolejna generacja zintegrowanych systemów wspomagających zarządzanie przedsiębiorstwem, która za sprawą analityków Gartner Group, jako pierwsza zyskała miano ERP II (w literaturze przedmiotu określana jako Enterprise Resource and Relationship Processing).⁸⁶

Według Gartnera, ERP II jest zbiorem specyficznych dla danej branży aplikacji, generujących wartości dodane dla klientów oraz udziałowców przez udostępnienie i optymalizację procesów operacyjnych i finansowych, zarówno wewnątrz przedsiębiorstwa, jak i między przedsiębiorstwami (partnerami).⁸⁷

ERP II powstało głównie za sprawą gwałtownego rozwoju w latach 90-tych XX wieku technologii internetowych i związanej z nimi koncepcji e-handlu (ang. e-commerce). ERP II zawiera także niektóre komponenty SCM, przez co obejmuje swoją funkcjonalnością obrót towarów i usług oraz elektroniczną wymianę dokumentów.⁸⁸

⁸⁶ Zrimesek B., *Gartner Predicts 2002*, "ERP II, HR, Supply Chain & Manufacturing" 2001, no. 12, <http://www.gartner.com>, dostęp 12.12.2008.

⁸⁷ Ibidem.

⁸⁸ Kawa A., Wieczerzycki W., *Zintegrowane systemy informacyjne*, w: *Instrumenty zarządzania łańcuchami dostaw*, red. Ciesielski M., Wydawnictwo PWE, Warszawa 2009, s. 312.

2.2.2. Wady ERP

Warto zwrócić uwagę, że niezależnie od licznych zalet, jakie mają ERP, w praktyce niewiele przedsiębiorstw wykorzystuje te systemy do zaspokajania wszystkich swoich potrzeb informacyjnych. Firmy nie chcą całkowicie pozbywać się dotychczas stosowanych, często starych, ale bardzo specjalistycznych systemów, dopasowanych do specyfiki ich działalności i nierzadko najlepszych w swojej klasie (ang. legacy systems). Z tego powodu łączy się je i w efekcie powstają ściśle zindywidualizowane i dopasowane do potrzeb organizacji systemy. Taka integracja ERP z innymi programami jest poważnym wyzwaniem technologicznym.⁸⁹ Rodzi to wiele problemów związanych ze spójnością danych, ich powtarzalnością lub brakiem. Ponadto zintegrowanie procesów decyzyjnych w obszarach sprzedaży, działalności operacyjnej i dystrybucji przyczyniają się do zwiększania stopnia złożoności modeli optymalizacyjnych i symulacyjnych, co jeszcze bardziej może skomplikować użyteczność tych systemów informatycznych.⁹⁰

Trzeba również zauważyć, że zastosowanie ERP wymaga znacznych nakładów na zaprojektowanie, zbudowanie i utrzymanie systemu oraz aplikacji wspomagających planowanie i sterowanie produkcją.⁹¹

2.3. System zarządzania łańcuchem dostaw

Wraz z rozwojem koncepcji zarządzania łańcuchem dostaw, przedstawionym w rozdziale pierwszym, funkcjonalność systemów klasy ERP przestała wystarczać. Mimo że ERP skutecznie poprawia procesy biznesowe, to jest on projektowany dla pojedynczych przedsiębiorstw i nie umożliwia zarządzania informacją wewnątrz sieci budującej łańcuch dostaw. Stąd firmy zaczęły interesować się systemami informatycznymi, które wspomagałyby procesy wychodzące poza granice pojedynczego przedsiębiorstwa.⁹² Początkowo były to przeważnie systemy hermetyczne, o ograniczonej możliwości komunikacji z aplikacjami kooperantów. Z biegiem czasu powstały systemy zarządzania łańcuchami dostaw (SCM), które były rozwiązaniami coraz bardziej kompleksowymi, biorącymi pod uwagę nie tylko

⁸⁹ Bozarth C., Handfield R.B., *Wprowadzenie do zarządzania operacjami i łańcuchem dostaw*, Wydawnictwo Helion, Gliwice 2007, s. 662.

⁹⁰ Ibidem.

⁹¹ Majewski J., *Informatyka dla logistyki*, Biblioteka logistyka, Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2006, s. 61.

⁹² Kawa A., *Komputeryzacja łańcucha dostaw*, Raport, „Eurologistics” 2002, nr 4, s. 12-13.

wymianę biznesową między przedsiębiorstwami, ale także efektywniej wspomagały realizację celów strategicznych przedsiębiorstwa wraz z jego otoczeniem biznesowym.⁹³

Obecnie SCM uznaje się za najwyższą klasę, funkcjonujących w praktyce, systemów w dziedzinie zarządzania przepływami rzeczy, informacji i środków finansowych między przedsiębiorstwami. System ten obejmuje zbiór metodyk realizacji procesów zaopatrzenia, produkcji i sprzedaży, w sposób zapewniający maksymalizację zysku przez optymalizowanie cen materiałów, podzespołów oraz utrzymanie stanu ich zapasów na minimalnym poziomie, niezbędnym do zapewnienia ciągłości procesów.⁹⁴

Do jednego z głównych zadań SCM należy przede wszystkim integracja wszystkich ogniw łańcucha dostaw w jeden spójny twór, który za pomocą połączonych sił jest w stanie być bardziej konkurencyjny. W SCM za kluczowy uznaje się również bezpieczny przepływ właściwych informacji towarzyszących konkretnym procesom biznesowym. Koncepcja zarządzania łańcuchem dostaw zakłada także stały pomiar wydajności i efektywności. Raz przygotowane i wdrożone rozwiązanie musi być poddawane ciągłemu doskonaleniu. Mierzenie poszczególnych wskaźników, np. szybkość przepływu informacji, poziom zapasów w magazynach, czas niezbędny do realizacji zamówienia, umożliwia nieustanną kontrolę poszczególnych składowych łańcucha dostaw.⁹⁵

2.3.1. SCM a ERP

Dzięki SCM przedsiębiorstwa mogą skuteczniej i bardziej elastycznie oddziaływać na dostawców oraz odbiorców, włączając ich do planowania i procesów wykonawczych. Systemy SCM umożliwiają prognozowanie niezbędne do identyfikacji szans pojawiających się na rynku i unikania kosztownych pomyłek. Modelowanie i analiza dla celów wspomagania procesów decyzyjnych oraz harmonogramowanie zamówień dają rezultat w postaci zoptymalizowanych planów działań na najbliższe godziny, dni, tygodnie czy miesiące. Dla odróżnienia, systemy ERP koncentrują się na przetwarzaniu transakcji biznesowych (np. ruchach magazynowych) i generowaniu powiązanych sprawozdań finansowych.

⁹³ Polak A., *Postępująca ewolucja rozwiązań SCM*, „Energia Gigawat”, listopad 2003, za: Kawa A., Wieczerzycki W., *Informatyczne wspomaganie zarządzania łańcuchem dostaw*, w: *Instrumenty zarządzania łańcuchami dostaw*, Ciesielski M., Wydawnictwo PWE, Warszawa 2009, s. 315.

⁹⁴ Adamczewski P., *Informatyczne... op. cit.*, s. 186.

⁹⁵ Skuza A., Bela T., *Łańcuch jak nowy*, „CXO. Magazyn Kadry Zarządzającej” 2001, nr 11, za: Kawa A., Wieczerzycki W., *Informatyczne wspomaganie... op. cit.*, s. 315.

Warto dodać, że SCM nie oferuje gotowych mechanizmów matematycznie wydajniejszej optymalizacji od ERP, ani nie stanowi kolejnego etapu rozwoju systemu MRP.⁹⁶ Z tego też powodu systemy klasy SCM określa się często jako rozwiązania komplementarne w stosunku do ERP. Dlatego wdrożenia SCM nie można rozpatrywać bez uprzedniej implementacji w środowisko przedsiębiorstwa systemu ERP. Wdrożenie SCM zależy od dostępności danych, umożliwiających optymalizację łańcucha dostaw. Najlepiej do tego nadaje się stabilnie działający system klasy ERP. System ERP integruje całość informacji w ramach jednej aplikacji, natomiast poszczególne aplikacje SCM wykorzystują go jako źródło aktualnych danych.

Systemy SCM, w odróżnieniu od ERP, wymagają stosunkowo wydajnych serwerów, ponieważ nie przechowują one informacji w bazie danych, ale korzystają z danych rezydujących w pamięci, co umożliwia przetwarzanie dużej liczby złożonych transakcji w czasie rzeczywistym. Dotychczas, aby uzyskać kompleksowe rozwiązania, należało zintegrować wyspecjalizowane oprogramowanie z własnym systemem ERP i zbudować specjalne interfejsy obsługujące zewnętrzne źródła danych.⁹⁷

Podczas implementacji systemu ERP główny nacisk kładzie się na konfigurację i integrację różnych jego składników. Procesem o największym znaczeniu jest jednak realizacja. Cykle przetwarzania zlecenia powinny zostać skonfigurowane w taki sposób, aby rezultatem wszystkich księgowości był kompleksowy wgląd do działań finansowych, sprzedaży i produkcji. Produkcja musi być zintegrowana z kontrolingiem i gospodarką zapasami, a kontroling ze sprzedażą, finansami oraz gospodarką zapasami. Natomiast podczas implementacji SCM, w bardziej szczegółowy sposób traktowane są funkcje planowania i realizacji łańcucha dostaw. Dotyczy to przepływów materiałowych na każdym jego etapie, od momentu ich wydobycia aż do dostarczenia gotowego produktu do konsumenta, wspólnego projektowania produktów, planowania podaży i popytu, śledzenia poziomu zapasów, organizacji wysyłek, wspólnego zarządzania informacją.

Podobnie jak ERP, systemy SCM umożliwiają przede wszystkim optymalizację podstawowych procesów w przedsiębiorstwie. Ponadto, co najistotniejsze, wspomagają jednocześnie procesy charakterystyczne dla biznesu elektronicznego, takie jak współpraca z dostawcami, partnerami i klientami. Tak jak zostało wspomniane w rozdziale pierwszym, koncepcja SCM zakłada, że wszyscy uczestnicy łańcucha dostaw zyskują i nie ma przegranych. Każda firma może korzystać z przejrzystości przepływu towarów, kontroli nad zapasami, prognoz i planów kooperantów.

⁹⁶ Zając M., Zając P., *Zarządzanie łańcuchem dostaw z wykorzystaniem modelu SCOR*, „Logistyka” 2004, nr 3, s. 27.

⁹⁷ Kawa A., Wieczerzycki W., *Informatyczne wspomaganie... op. cit.*, s. 317-319.

2.3.1. Obszary funkcjonalne wspomagane przez SCM

SCM jest jednym z najbardziej rozbudowanych pod względem funkcjonalnym systemów informatycznych. Obejmuje on wiele różnorodnych zadań, z których znaczna część obsługiwana jest przy użyciu specjalnie przygotowanych aplikacji. Wielu producentów oprogramowania próbuje integrować ze sobą poszczególne komponenty, ale mało któremu udaje się zbudować kompleksowy pakiet obejmujący wszystkie działania łańcucha dostaw. W literaturze przedmiotu przyjął się podział oprogramowania z uwzględnieniem dwóch głównych obszarów funkcjonalnych:

- planowania łańcucha dostaw,
- realizacji poszczególnych jego etapów.

Coraz częściej dochodzą do tego komponenty związane z:

- koordynacją łańcucha dostaw,
- optymalizacją łańcucha dostaw,
- współpracą w zakresie łańcucha dostaw.⁹⁸

Oprogramowanie do planowania łańcucha dostaw (SCP, ang. Supply Chain Planning) jest zestawem narzędzi, zapewniających dostęp do informacji z różnych źródeł i dokonujących ich analizy przy wykorzystaniu specjalnych algorytmów matematycznych. Odpowiednio przetworzone dane umożliwiają wyznaczenie popytu na produkty czy usługi, a także zaplanowanie poszczególnych działań w ramach łańcucha dostaw.

Z kolei oprogramowanie pomocne w realizacji zadań w łańcuchu dostaw (SCE, ang. Supply Chain Execution) wykorzystuje informacje generowane w SCP w zakresie produkcji, magazynowania materiałów i produktów oraz ich transportu. Ma ono przede wszystkim na celu automatyzację poszczególnych etapów powstawania i funkcjonowania łańcucha dostaw. SCE komunikuje się z SCP i systemami zarządzania zamówieniami, aby określić poziom produkcji, przy uwzględnieniu ograniczeń czasowych i kosztowych.

Koordynacja łańcucha dostaw jest związana głównie z tzw. zarządzaniem zdarzeniami. System informuje o występujących w planach zmianach i reaguje na nie, umożliwia monitorowanie każdego etapu procesu realizowanego w ramach łańcucha dostaw. Na koordynację składa się również zarządzanie wydajnością, gdzie system mierzy, monitoruje i prezentuje kluczowe wskaźniki wydajności (KPI, ang. Key Performance Indicators), dzięki czemu partnerzy w łańcuchu dostaw mogą polepszać swoje procesy, wykorzystując wzajemną współpracę.

⁹⁸ Opis poszczególnych obszarów funkcjonalnych zaprezentowanych w tej rozprawie powstały na podstawie systemu „mySAP Supply Chain Management” firmy SAP, <http://www.sap.com>, dostęp 10.10.2008.

Optymalizacja łańcucha dostaw jest związana z decyzjami dotyczącymi ograniczeń różnych zasobów, takich jak: czas, zdolności produkcyjne, właściwości transportu i magazynu itp. Obejmuje ona następujące zagadnienia: zmienne sterowalne (kiedy i jak wytworzyć produkt dla klienta), limity dotyczące ograniczeń, cele wydajnościowe i modele optymalizacji.⁹⁹ Po sformułowaniu problemu odpowiednie komponenty analizują i definiują optymalne rozwiązanie pozostające w zgodzie z tymi czterema zagadnieniami. Czasami możliwe jest znalezienie rozwiązania, które spełnia wszystkie kryteria i którego implementacja jest natychmiastowa.

Z kolei oprogramowanie dotyczące współpracy w ramach łańcucha dostaw zawiera następujące elementy:

- CPFR (ang. Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment), który umożliwia producentom podjęcie współpracy z ich strategicznymi klientami detalicznymi.
- VMI (ang. Vendor Managed Inventory), który ułatwia zarządzanie zapasami odbiorcy przez dostawcę.
- SMI (ang. Supplier Managed Inventory), który wspomaga zarządzanie zapasami dostawcy przez odbiorcę.

Do efektywnego funkcjonowania łańcucha dostaw niezbędne są systemy planowania, które przeprowadzając przekrojowe symulacje przekazują informacje o możliwości wykonania planów i o ewentualnych ograniczeniach modelowanych zasobów. Wprowadzone systemy klasy ERP mają moduł planowania według metodologii MRP, ale w zakresie logistyki ograniczają się one głównie do planowania zaopatrzenia materiałowego. Dlatego w SCM stosuje się zaawansowane systemy planowania (APS, ang. Advanced Planning and Scheduling lub Advanced Planning Systems). Systemy te umożliwiają pełną optymalizację w ramach całego procesu planowania, a nie tylko pojedynczego zadania. Jest to możliwe dzięki nowoczesnym metodom planowania popytu, dystrybucji, produkcji i zaopatrzenia oraz synchronizacji poziomów planowania.

2.3.2. Wady SCM

Mimo że SCM umożliwia opracowanie modelu całej sieci przedsiębiorstw wraz ze wszystkimi ograniczeniami, to w praktyce za pomocą tego systemu trudno jest zsynchronizować działania i zaplanować przepływ materiałów w całym łańcuchu dostaw. Niemożliwy jest również

⁹⁹ Kale V., *SAP R/3. Przewodnik dla menadżerów... op. cit.*, s. 456.

automatyczny dobór do danej transakcji kontrahentów spełniających zadane kryteria i dynamiczne konfigurowanie łańcucha dostaw.

Niełatwe jest również przeprowadzanie, wspomnianych wyżej, przekrojowych symulacji w czasie rzeczywistym, z uwagi na bardzo szybko zmieniające się warunki otoczenia.

Największą jednak wadą systemów klasy SCM jest ich bardzo ograniczona dostępność. Potencjalnymi odbiorcami systemów SCM są duże i średnie przedsiębiorstwa, które mają rozproszoną strukturę, obejmującą własną sieć produkcyjną i dystrybucyjną wraz z wieloma magazynami.¹⁰⁰ Małe podmioty gospodarcze, ze względu na wysokie koszty wdrożenia i utrzymania takiego systemu, nie mają szans na korzystanie z jego możliwości.

Ponadto SCM ogranicza się najczęściej do zarządzania łańcuchem dostaw wewnątrz jednej organizacji, będącej dużym, międzynarodowym koncernem, a rzadziej do kontrahentów będących dalszymi dostawcami i odbiorcami. Zarządzanie całym łańcuchem dostaw, w którego skład wchodzi różne organizacje, jest bardzo trudne.

W przypadku wdrożenia systemu SCM, jednymi z najważniejszych czynników decydujących o jego pomyślności są przede wszystkim: aktywne zaangażowanie kadry kierowniczej w przedsięwzięcie, umiejętne zarządzanie zmianą strategiczną, opracowanie wskaźników weryfikacji efektów rozwiązań, a także świadomość korzyści wynikających ze znacznej redukcji zapasów. Zrealizowanie tych postulatów może być niełatwe. Co ciekawe, stosunkowo małą uwagę przykładają się do kwestii współpracy z partnerami wewnątrz łańcucha. Brak tej współpracy może być źródłem niepowodzeń tych rozwiązań.¹⁰¹

Następnym problemem jest stosunkowo wysoki koszt zapewnienia odpowiedniego stopnia masowej personalizacji. Przykładowo, utrudnione jest monitorowanie poszczególnych towarów w łańcuchu dostaw przez różnych użytkowników. Każdy nadzorowany produkt może być inny, użytkowany odmiennie, dodatkowo sposób kontaktu może być zróżnicowany. Śledzonych produktów i ich użytkowników mogą być tysiące, a nawet miliony, co przy dużej specyfice tych produktów rodzi szereg problemów związanych z efektywnym monitorowaniem i udostępnianiem informacji. Ze względu na duży stopień komplikacji i potencjalny globalny zasięg systemu nie zaproponowano do tej pory ogólnego rozwiązania tego problemu.¹⁰²

¹⁰⁰ Tarn J. M., Yen D. C., Beaumont M., *Exploring the rationales for ERP and SCM integration*, "Industrial Management & Data Systems" 2002, vol. 102, no. 1, s. 27-29.

¹⁰¹ Polak A., *Praktyczne uwagi dotyczące wdrożeń SCM*, „Świat Energii” 2003, nr 11, za: Kawa A., Wieczerzycki W., *Informatyczne wspomaganie... op. cit.*, s. 326.

¹⁰² Rykowski J., *Monitorowanie stanu i lokalizacji produktów za pomocą agentów programowych*, „Gospodarka Materiałowa i Logistyka” 2005, nr 4, s. 13.

2.4. Elektroniczna wymiana danych

Wymiana informacji między poszczególnymi ogniwami łańcucha dostaw może odbywać się w sposób tradycyjny, tj. przez pocztę, telefon, faks, itp. Jednakże, w związku ze stale rosnącą liczbą dokumentów, powstającymi opóźnieniami w ich przekazywaniu oraz wysokimi kosztami komunikacji i przetwarzania informacji jest to mało efektywne.

Najlepsza jest sytuacja, w której wszystkie informacje i dokumenty są przekazywane automatycznie z jednej aplikacji do drugiej z minimalną ingerencją człowieka. Umożliwia to elektroniczna wymiana danych (EDI, ang. Electronic Data Interchange), w której stosowane są formaty i protokoły wymiany informacji zgodne ze standardami międzynarodowymi. Warto jednak zaznaczyć, że EDI nie jest nowym rozwiązaniem. Już w latach 70-tych XX wieku opracowano pierwszy standard przekazywania elektronicznych wersji dokumentów pomiędzy przedsiębiorstwami, który funkcjonuje do dzisiaj.

Obecnie celem EDI jest połączenie poszczególnych kontrahentów współpracujących ze sobą w następujących obszarach: produkcja, zarządzanie zapasami, przetwarzanie zamówień, księgowość, transport, marketing i sprzedaż. Ogranicza on czasochłonną pracę z tradycyjnymi papierowymi dokumentami i ułatwia dostęp do ważnych informacji dotyczących faktur, zamówień, płatności, planów produkcyjnych w całym łańcuchu dostaw.¹⁰³

Systemy EDI przetwarzają otrzymywane wiadomości i przekazują informacje do innych systemów informatycznych, dzięki temu w znacznym stopniu ogranicza się konieczność wielokrotnego wprowadzania danych, przez co oszczędza się czas i eliminuje błędy. Ponadto, systemy EDI zapewniają rzeczywisty lub prawie rzeczywisty dostęp do informacji. W praktyce oznacza to, że złożenie polecenia zakupu jest natychmiast przetwarzane przez system informatyczny dostawcy i jest wysyłany zwrotny komunikat o możliwości wykonania zlecenia. Jeżeli zlecenie można zrealizować, to do systemu trafia faktura w wersji elektronicznej, a dostawca realizuje wysyłkę zamówionego towaru.¹⁰⁴

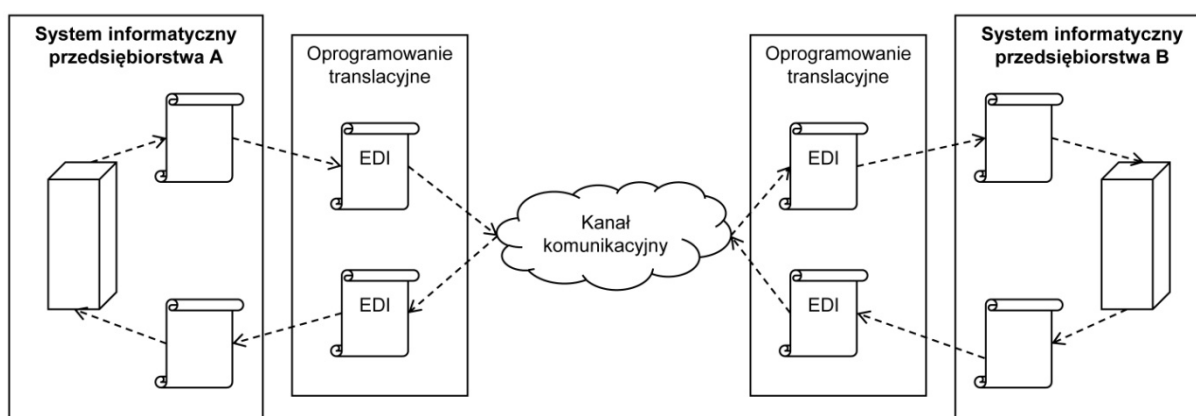
W ramach EDI powstało szereg standardów i zasad. Umożliwiają one utrzymanie wysokiego poziomu spójności niezależnie od wykorzystywanego systemu informatycznego w danym przedsiębiorstwie. Jednymi z najbardziej rozpowszechnionych są zasady UN/EDIFACT (ang. United Nations Rules for Electronic Data Interchange for Administration, Commerce And Transport). Obejmują one zbiór międzynarodowych standardów oraz podręczników i przewodników dla elektronicznej wymiany sformatowanych danych, w szczególności danych

¹⁰³ Handfield R.B., Nichols E.L., *Introduction to Supply Chain Management*, Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ 1999.

¹⁰⁴ Millman H., *A Brief History of EDI*, "InfoWorld" 1998, s. 83; Fuks K., *Elektroniczna wymiana danych*, w: *Nowoczesne technologie w logistyce*, red. Długosz J., Wydawnictwo PWE, Warszawa 2009, s. 112.

dotyczących handlu towarami i usługami, między różnymi systemami informatycznymi. UN/EDIFACT uwzględniają dokumenty z następujących dziedzin: handlu i przemysłu, transportu, finansów (banki i inne instytucje finansowe), ubezpieczeń, ceł i magazynowania.¹⁰⁵ Opracowano również inne specjalistyczne odmiany standardów EDI, przeznaczone dla konkretnych gałęzi przemysłu (USC – branża żywnościowa, WINS – magazynowanie, ODETTE – przemysł samochodowy, itd.).

Warto w tym miejscu opisać, jak przebiega proces elektronicznej wymiany danych między systemami informatycznymi poszczególnych przedsiębiorstw (patrz rys. 2.2).



Rys. 2.2. Ogólny schemat wymiany informacji w systemach EDI

Źródło: Fuks K., *Elektroniczna wymiana danych... op. cit.*, s. 116.

Proces ten rozpoczyna się w momencie utworzenia dokumentu (np. polecenie zakupu) przez wewnętrzny system informatyczny jednego z przedsiębiorstw. Z reguły dokument ten jest zapisany w formacie, który różni się od formatu zgodnego ze stosowanym standardem EDI. Z tego powodu kolejnym krokiem jest zamiana tego dokumentu do formatu obsługiwanego przez systemy EDI. To zadanie wykonywane jest przez odpowiednie oprogramowanie translacyjne¹⁰⁶, którym dysponuje przedsiębiorstwo lub jest dostępne w kanale komunikacyjnym.¹⁰⁷ Następnie dokument EDI jest przesyłany przez kanał komunikacyjny do innego przedsiębiorstwa. Charakter i przebieg przesyłania dokumentów pomiędzy systemami informatycznymi przedsiębiorstw zależy od typu kanału

¹⁰⁵ <http://www.gs1pl.org>; <http://www.e-fakty.pl>, dostęp 22.11. 2008.

¹⁰⁶ Oprogramowanie translacyjne umożliwia tłumaczenie dokumentów wykorzystywanych w przedsiębiorstwie (np. zamówienia, faktury, potwierdzenia zakupu lub sprzedaży) na odpowiadające im pod względem treści dokumenty zgodne ze standardami EDI.

¹⁰⁷ Kanał komunikacyjny odpowiada za przekazywanie przekonwertowanych przez oprogramowanie translacyjne dokumentów biznesowych. Rozróżnia się następujące kanały komunikacyjne: bezpośrednie połączenia telekomunikacyjne, prywatne sieci Intranetowe, sieci o wartości dodanej (VAN, ang. Value-Added Networks) i sieć Internet.

komunikacyjnego, jaki jest stosowany w danym systemie EDI. Aby system informatyczny odbiorcy był w stanie odczytać informacje zawarte w przesłanym dokumencie, dokument ten musi być ponownie przetworzony. Tym razem jest to odwrotna konwersja – z formatu EDI do formatu obsługiwanego przez dany system informatyczny. Należy podkreślić, że zadanie oprogramowania translacyjnego jest bardzo ważne, ze względu na różnice wynikające z niespójności obsługiwanych przez systemy informatyczne typów danych. Nawet niewielki błąd w konwersji dokumentów może przyczynić się do złej interpretacji danego dokumentu, a w rezultacie do opóźnień czasowych. Po zakończeniu konwersji dokumentu informacja w nim zawarta jest przetwarzana przez system informatyczny odbiorcy i cały proces się powtarza.¹⁰⁸

2.4.1. Wady EDI

Niezależnie od licznych zalet EDI ma także sporo ograniczeń, które powodują, że nie jest to idealne rozwiązanie dla wszystkich przedsiębiorstw. Jedną z najbardziej istotnych wad jest stosunkowo wysoki koszt wdrożenia i utrzymania systemu. Są to nie tylko nakłady finansowe poniesione na odpowiednie oprogramowanie, ale także na sprzęt elektroniczny. Eliminuje to z procesu elektronicznej wymiany informacji dużą część małych przedsiębiorstw. Dodatkowo każde przedsiębiorstwo używające standardów EDI musi ponosić coroczne koszty licencji oprogramowania i opłaty za wsparcie techniczne, które ma za zadanie zapewnić prawidłowe funkcjonowanie systemu bez względu na typ wykorzystywanych w przedsiębiorstwach rozwiązań informatycznych, spójność protokołów wymiany danych oraz jednorodną szybkość ich przesyłania. Należy również pamiętać, że zmiany w oprogramowaniu i standardach pociągają za sobą konieczność szkolenia personelu obsługującego system EDI w przedsiębiorstwie. Również koszty transmisji danych w ramach tradycyjnych kanałów komunikacyjnych są wysokie. Tylko przy dużych ilościach przesyłanych informacji są one opłacalne.¹⁰⁹ Z tego powodu mniejsze przedsiębiorstwa nie angażują się całkowicie we wdrożenie i rozwijanie systemu EDI. Natomiast duże przedsiębiorstwa rekompensują sobie koszty związane z uczestnictwem w systemie EDI przez oszczędności wynikające z automatyzacji wymiany danych.¹¹⁰ Ponadto, małe przedsiębiorstwa są często zmuszane do stosowania EDI przez swoich większych kontrahentów.

Standardy EDI dostosowane są do potrzeb wszystkich dziedzin gospodarki na świecie, dlatego są obszerne i mogą być trudne do zrozumienia. W dużej mierze bazują one na tym samym schemacie wymiany informacji, ale różnią się terminologią, elementami składowymi i

¹⁰⁸ Fuks K., *Elektroniczna wymiana danych... op. cit.*, s. 116-117.

¹⁰⁹ Hayes F., *The Story So Far*, "Computerworld" 2002, no. 7, s. 1.

¹¹⁰ Fuks K., *Elektroniczna wymiana danych... op. cit.*, s. 127.

konstrukcją komunikatów biznesowych. Jeśli są implementowane w jednej dziedzinie (np. tylko handlu detalicznym i dystrybucji), mogą zawierać wiele zbędnych elementów. Takie rozwiązanie nie jest więc potrzebne wszystkim przedsiębiorstwom, zwłaszcza małym. Dodatkowo każde przedsiębiorstwo ma własne typy danych, logikę biznesową i wewnętrzny przepływ informacji, co powoduje unikalność obiegu informacji.

Kolejną wadą systemów EDI jest to, że nie zapewniają one synchronizacji danych i jednolitej standaryzacji.¹¹¹ Jeżeli jedno z przedsiębiorstw wprowadzi zmiany w swoim systemie EDI, systemy pozostałych partnerów są jedynie informowane o tych zmianach. Dodatkowo możliwe jest powstawanie różnorodnych baz danych wykorzystywanych przez przedsiębiorstwa w jednym systemie EDI.¹¹² Brak jednolitości powodowany jest również przez różnice w wersjach danego standardu EDI. Aktualizacje standardów EDI są publikowane z reguły w kilkuletnich odstępach. Jednak tylko część przedsiębiorstw aktualizuje swoje systemy zgodnie z nowo wprowadzonymi w standardach EDI zmianami.

Niemalym utrudnieniem jest także nieelastyczny format przesyłanych wiadomości. Standardy EDI są skomplikowane oraz mają ściśle określone limity dotyczące liczby znaków i pozycji ich występowania w danej wiadomości.¹¹³ Nawet przy niewielkich błędach przetwarzane dokumenty mogą prowadzić do nieodpowiednich poleceń zakupu, problemów z płatnościami, czy niewłaściwych wysyłek towarów, co ostatecznie przekłada się na opóźnienia i straty finansowe.

Następnym ograniczeniem, w szczególności w kwestii wspólnego planowania, jest sposób komunikacji. Większość systemów EDI działa na zasadzie jednostronnej komunikacji i informacja jest „pchana” (ang. push), to znaczy, że jeżeli jedno przedsiębiorstwo ma otrzymać daną informację, to drugie musi taką informację wysłać. Z tego powodu przedsiębiorstwa mają utrudnione zadanie i nie mogą analizować systemów kooperantów w celu dostosowania swojego działania do potrzeb całego łańcucha dostaw.¹¹⁴

Również czas potrzebny na wdrożenie standardów EDI jest często długi, przez co wykorzystanie standardów jest nieadekwatne do bieżących potrzeb biznesowych.

¹¹¹ Ibidem.

¹¹² Scheraga D., *The New EDI?*, “Chain Store Executive with Shopping Center Age” 1999.

¹¹³ Sliwa C., *XML Poses No Big Threat to EDI*, “Computerworld” 1999, vol. 33, no. 17, s. 69.

¹¹⁴ Stedman C., *Web Collaboration Tools Haven't Replaced EDI*, “Computerworld” 1999, vol. 33, no. 27, s. 57.

2.5. Technologie internetowe

Kolejną i jedną z najważniejszych technologii wykorzystywanych w łańcuchu dostaw jest technologia Internetu. Jej początki sięgają lat 60-tych XX wieku i są związane z narodzinami pierwszej sieci rozległej Arpanet (ang. Advanced Research Projects Agency Network) powstałej z inicjatywy Departamentu Obrony Stanów Zjednoczonych. Od tego czasu Internet bardzo dynamicznie się rozwijał, co spowodowało powstanie bardzo wielu jego określeń.

E. Krol i E. Hoffman zaznaczają, że istnieją trzy równoznaczne ze sobą definicje sieci Internet:¹¹⁵

- globalna sieć sieci bazujących na protokole TCP/IP,
- społeczność osób korzystających z tych sieci,
- zbiór wszystkich zasobów dostępnych za pomocą tych sieci.

Najbardziej rozpowszechniona jest pierwsza definicja. W tym znaczeniu Internet można rozumieć jako ogólnodostępną sieć komputerową o światowym zasięgu, będącą połączeniem wielu sieci lokalnych z całego świata.

Stosowany w sieci Internet protokół TCP/IP obsługuje transmisję danych pochodzących z sieci różnego typu. W dużym uproszczeniu protokół TCP/IP stanowią przepisy, do których muszą się stosować programy, aby wymieniać między sobą informacje w Internecie.

Internet umożliwia połączenie ze sobą komputerów różnych typów, pracujących z różnymi systemami operacyjnymi oraz z różnym oprogramowaniem, bez względu na rodzaj i miejsce fizycznego połączenia. Poszczególne komputery mogą być połączone na wiele sposobów – za pomocą linii telefonicznych (modem telefoniczny, cyfrowe linie ISDN, modem ADSL), łączny telefonii komórkowej (GPRS), bezpośrednich połączeń kablowych i światłowodów, łączny radiowych (Wi-Fi) oraz satelitarnych.

Jeszcze kilka lat temu najczęściej wykorzystywanymi usługami w sieci Internet były: poczta elektroniczna (ang. e-mail), WWW (ang. World Wide Web), FTP (ang. File Transfer Protocol). Obecnie Internet umożliwia dostęp do wielu innych usług, takich jak: wymiana plików między komputerami (P2P, ang. Peer-to-Peer), grupy dyskusyjne, komunikatory internetowe, telefonia internetowa, telewizja internetowa itp.

W ramach technologii internetowej, poza samym Internetem, wyróżnia się inne rodzaje sieci: intranet i ekstranet, które różnią się głównie zasięgiem i stosowanymi zabezpieczeniami.

¹¹⁵ Krol E., Hoffman E., *What is the Internet?*, RFC, USA 1993, s. 11-13.

Podobnie, jak Internet, odgrywają one istotną rolę w budowaniu łańcuchów dostaw i współpracy między ich uczestnikami.

2.5.1. Intranet

Intranet jest siecią komputerową podobną do Internetu, ale dostęp do niego jest kontrolowany i obejmuje swym zasięgiem tylko jedno przedsiębiorstwo. Mówiąc ogólnie, intranet jest po prostu zastosowaniem technologii internetowych w sieciach lokalnych lub rozległych należących do jednej organizacji. Budowa intranetu jest identyczna jak budowa Internetu. Zamiast wprowadzać nowe rozwiązania, większość intranetów w celu ułatwienia wymiany informacji używa dwóch sprawdzonych narzędzi wykorzystywanych w przypadku Internetu: protokołu HTTP (ang. HyperText Transfer Protocol) i przeglądarek internetowych.

Często pracownicy jednej firmy pracują na różnorodnych komputerach (np. notebook lub komputer stacjonarny) i systemach operacyjnych (np. Linux lub Windows). W przeszłości administratorzy przedsiębiorstwa musieli pokonywać niezgodności i standaryzować stosowany sprzęt i oprogramowanie. Technologie internetowe są niezależne od używanej platformy, dlatego rozwiązują problemy niekompatybilności stosowanych rozwiązań. Ponadto, dzięki intranetowi dokumenty, które są powstają w różnych środowiskach, mogą być przeglądane przez wszystkich użytkowników. Warto również dodać, że pracownicy przedsiębiorstwa są nie tylko odbiorcami danych, ale także mogą je sami tworzyć. Dzięki temu intranet umożliwia lepszą komunikację między pracownikami, zarządzanie czasem i zdalną pracę z zasobami firmy.

Intranet w ramach jednej organizacji zwykle jest chroniony tzw. zaporą ogniową (ang. firewall), uniemożliwiająca niepożądany dostęp z zewnątrz. Często organizacja jest podzielona na różne departamenty, spółki i przedsiębiorstwa wspomagające, oraz jej pracownicy pracują w różnych miejscach: w biurach centrali, oddziałów, w domu czy podczas podróży. Z tych właśnie powodów buduje się tzw. zewnętrzny intranet, który umożliwia dostęp do sieci intranet komputerom, które są spoza danej organizacji.

2.5.2. Ekstranet

Ekstranet, podobnie jak intranet, jest siecią internetową o kontrolowanym dostępie. Jednakże obejmuje swym zasięgiem nie tylko daną organizację i jej pracowników, ale także łączy ich z partnerami biznesowymi (dostawcami, odbiorcami) oraz z każdym innym podmiotem i osobą na zewnątrz organizacji, która może odnieść bezpośrednią korzyść z poszerzonej komunikacji i uruchamiania aplikacji na odległość. Łatwiejsze staje się więc nawiązanie pełnej współpracy

z partnerami handlowymi znajdującymi się w dowolnej lokalizacji. Ekstranet zapewnia przy tym wysoki poziom bezpieczeństwa przesyłanych danych, dzięki czemu możliwa jest w miarę swobodna wymiana informacji o obrotach, fakturach, dostawach czy też wymiana dokumentów, cenników, składanie zamówień itd.

2.5.3. Technologie internetowe w łańcuchu dostaw

Wraz z dynamicznym rozwojem technologii internetowych pojawiło się bardzo dużo możliwości dla usprawnienia zarządzania logistycznego. Elektroniczny obieg informacji między uczestnikami łańcuchów dostaw w ramach globalnych sieci gospodarczych może odbywać się coraz szybciej i łatwiej. Z uwagi na niski koszt dostępu do Internetu uczestnictwo w łańcuchach dostaw nie ogranicza się wyłącznie do dużych firm, ale obejmuje także średnie i małe przedsiębiorstwa. Dzięki temu wszyscy dostawcy, dystrybutorzy, producenci i sprzedawcy mogą współpracować ze sobą bliżej i efektywniej niż wcześniej.

Bardzo istotnym skutkiem wprowadzenia technologii internetowych jest uzyskanie przejrzystości całego łańcucha dostaw. Rozszerzają one zakres zarządzania i umożliwiają menedżerom podejmowanie decyzji operacyjnych na podstawie informacji otrzymanych z rozmaitych obszarów, gdzie poprzednio informacji brakowało. Dają możliwość nadzorowania i kontrolowania operacji bez względu na położenie geograficzne.

Co najważniejsze, dzięki technologiom internetowym w połączeniu z technologią agentową (patrz więcej podrozdz. 2.7) możliwe jest odstępianie od koncepcji sztywnych łańcuchów dostaw, budowanych tradycyjnie, na bazie wieloletnich kontraktów, i zastąpienie ich elektronicznymi łańcuchami, które są dostosowane do zmieniających się trendów, preferencji klientów i dużej konkurencyjności.¹¹⁶ Takie łańcuchy dostaw są często konfigurowane i utrzymywane tylko na potrzeby konkretnych transakcji, które muszą być wykonane w bardzo krótkim czasie lub mają bardzo specyficzny charakter.¹¹⁷

Te technologie sprawiają, że łańcuchy dostaw przystosowują się do zmieniających się potrzeb z nadzwyczajną elastycznością: potencjalni partnerzy „wciągani są” do łańcucha dostaw dla wykonywania konkretnych zadań. Po wypełnieniu zamówienia ten konkretny

¹¹⁶ Wieczerzycki W., *Technologie informacyjne w logistyce*, Wydawnictwo UEP, Poznań 2003, s. 102.

¹¹⁷ Fuks K., Kawa A., Wieczerzycki W., *Dynamic Configuration and Management of e-Supply Chains Based on Internet Public Registries Visited by Clusters of Software Agents*, w: *3rd International Conference on Industrial Applications of Holonic and Multi-Agent Systems - HoloMAS '07*, Springer-Verlag, Lecture Notes in Artificial Intelligence, vol. 4659, Berlin Heidelberg 2007, s. 281-292.

łańcuch dostaw zamiera.¹¹⁸ Oczywiście taki łańcuch dostaw może być ponownie zaangażowany, gdy pojawi się podobne zamówienie.

Uproszczonym przykładem zastosowania w praktyce dynamicznego konfigurowania łańcuchów dostaw są elektroniczne giełdy towarowe i ofert transportowych. Na takiej giełdzie oferenci wystawiają na sprzedaż swoje produkty i usługi, a następnie negocjują z nabywcami warunki ich sprzedaży. Istnieją również giełdy odwrotne, na których nabywcy zgłaszają zapotrzebowanie na określone towary lub usługi i negocjują z dostawcami warunki ich zakupu. Z uwagi na otwartość Internetu i stosunkowo niski koszt uczestnictwa w takich giełdach są one dostępne dla wszystkich przedsiębiorstw, niezależnie od ich wielkości.

2.5.4. Wady technologii internetowej

Niezależnie od rosnącej popularności Internetu i jego ciągłego usprawniania pozostaje on wciąż w pewnym stopniu niedoskonały. Podobnie jak przedstawione wcześniej technologie informacyjne ma on sporo wad i ograniczeń.

Na początku Internet rozwijał się głównie jako medium służące przede wszystkim do umieszczania informacji, dokumentów i plików przeznaczonych dla ludzi, a nie dla komputerów, które mogłyby automatycznie i inteligentnie przetwarzać dane. Umożliwienie każdemu użytkownikowi publikowania swoich informacji spowodowało poważne zagrożenie związane z coraz bardziej ograniczoną możliwością wyszukiwania, wydobywania i utrzymywania informacji. Wyszukiwarki internetowe nie potrafią odpowiedzieć na pytania wymagające wiedzy z różnych źródeł, np. jakie rodzaje usług magazynowych w zakresie towarów wymagających regulowanej temperatury są świadczone przez firmy logistyczne na terenie Wielkopolski. Wynika to z braku rozumienia i przetwarzania informacji, przykładowo ten adres URL (ang. Uniform Resource Locator) zaprowadzi mnie na stronę internetową mojego dostawcy. Jest to bardzo oczywista informacja dla użytkownika, ale nie dla komputera. Dlatego też największy ciężar, nie tylko związany z dostępem oraz przetwarzaniem informacji, ale i wydobywaniem i tłumaczeniem jej, spoczywa na użytkowniku.¹¹⁹

Ważkim problemem jest też brak synchronizacji i aktualizacji baz danych w Internecie. Za każdym razem, gdy w jednej bazie zostaje wprowadzona nowa informacja lub zmieni się jakakolwiek kategoria, to należy zrobić poprawki w każdej z połączonych z nią baz, ponieważ w wielu przypadkach brakuje ciągle mechanizmu integracji, który zrozumie te zmiany i automatycznie się do nich przystosuje.

¹¹⁸ Schary P. B., Skjott-Larsen T., *Zarządzanie... op.cit.*, s. 20-21.

¹¹⁹ Jacyno M., *Sieci Semantyczne - WWW następnej generacji*, <http://www.e-biznes.pl>, dostęp 15.05.2009.

Rozwój technologii internetowych ma nie tylko wymiar techniczny, ale także społeczny i ekonomiczny. Znane są przykłady, gdzie zastosowanie Internetu dało producentom możliwość zmuszania dostawców do ostrzejszego niż dotychczas – i bardziej bezwzględnego – konkurencyjnego niskimi kosztami. Przyczyniło się to do pogorszenia relacji między producentami z ich kooperantami.¹²⁰ Jest to szczególnie zauważalne w amerykańskim sektorze motoryzacyjnym. Przykładowo, jeden z czołowych koncernów samochodowych, aby kupić komponenty do produkcji po najniższej cenie, ogłasza internetowe przetargi w formie aukcji odwrotnych (ang. reverse auctions), w których sprzedawcy prześcigają się w propozycjach jak najniższej ceny.¹²¹ Technologie internetowe mogą mieć również wpływ nie tylko na pogorszenie relacji z kontrahentami, ale także utratę potencjalnych klientów. Niezadowolony klient za pomocą jednego kliknięcia może przenieść się na stronę internetową konkurencji, która zaoferuje lepszą obsługę logistyczną (np. większą dostępność towarów, czy też ich terminową dostawę). Należy więc pamiętać, że technologie są tylko instrumentami, które prawdziwą wartość zdobędą wówczas, gdy będą odpowiednio użyte przez odpowiednich ludzi we właściwym celu.

2.6. Nowe standardy wymiany danych

Opisana wcześniej elektroniczna wymiana danych (EDI) niewątpliwie odegrała istotną rolę w ewolucji zarządzania logistycznego, jednakże nie została tak szeroko zastosowana w łańcuchach dostaw, jak się spodziewano, głównie z powodu zaprezentowanych wcześniej problemów i ograniczeń (zob. podrozdz. 2.4). Dopiero dynamiczny rozwój Internetu przyczynił się do znaczących zmian w standardach elektronicznej wymiany danych i był motorem dla rozwoju nowych, bardziej elastycznych standardów.

Tradycyjne systemy EDI z czasem ewoluowały do systemów Web-EDI. W odróżnieniu od tradycyjnego EDI, *Web-EDI* bazuje na wykorzystaniu Internetu jako kanału wymiany danych pomiędzy przedsiębiorstwami. Głównym założeniem tego rozwiązania jest zwiększenie zasięgu wykorzystania standardów EDI wśród małych i średnich przedsiębiorstw. Jednak systemy Web-EDI działają nadal w oparciu o standardy EDI, przez co są one mało elastyczne.

Obecnie do głównych standardów elektronicznej wymiany danych, które rozwijają się dzięki popularyzacji wykorzystania Internetu w łańcuchach dostaw, należą ebXML i RosettaNet. Są to standardy w pełni bazujące na języku XML.

¹²⁰ Sobczak P., *Elektroniczne aukcje zakupowe*, „Gospodarka Materiałowa i Logistyka” 2009, nr 2, s. 10.

¹²¹ Liker J.K., Choi T.Y., *Keiretsu – prawdziwe partnerstwo z kooperantami*, w: *Harvard Business Review. Zarządzanie łańcuchem dostaw*, Wydawnictwo Helion, Gliwice 2007, s. 32.

Zanim te standardy zostaną przedstawione, warto przybliżyć, czym jest język XML. XML (ang. Extensible Markup Language) jest rozszerzalnym językiem znaczników, który został zaprojektowany z myślą o publikacjach elektronicznych na dużą skalę. XML odgrywa również istotną rolę w wymianie różnorodnych danych między użytkownikami oraz systemami informatycznymi. Dane opisywane są za pomocą znaczników (np. <firma>ABC Sp. z o.o.</firma>), których liczba nie jest w żaden sposób ograniczona. Dzięki temu jest to najbardziej elastyczny format zapisu informacji, który może być przetwarzany niezależnie od platformy czy systemu informatycznego.¹²²

Zapis struktur w przejrzystej tekstowej postaci umożliwia szybki i wygodny wgląd w strukturę dokumentu. Stanowi to główny aspekt przemawiający na korzyść XML wszędzie tam, gdzie w procesie przetwarzania i interpretacji danych występuje czynnik ludzki. Ma to znaczenie przede wszystkim w systemach interaktywnej wymiany danych między użytkownikiem a siecią.

Koncepcyjnie XML jest bardzo zbliżony do EDI i w pewnym sensie stanowi jego rozszerzenie. Z racji swojej uniwersalności, umożliwia zarówno obieg danych w ramach systemu jednego przedsiębiorstwa, jak i wielu podmiotów.

Wśród innych zalet języka XML wymienia się: niezależność od platformy sprzętowej i systemu operacyjnego (brak konieczności instalacji sieci prywatnych lub dedykowanej sieci rozległej, jak w tradycyjnym EDI), dostępność narzędzi programistycznych, niskie koszty, możliwość integracji z technologiami internetowymi i innymi systemami EDI.¹²³

2.6.1. ebXML

ebXML (ang. electronic business using eXtensible Markup Language) jest modułowym zbiorem specyfikacji, które pomagają przedsiębiorstwom, niezależnie od ich wielkości i położenia geograficznego, prowadzenie biznesu przez Internet. Korzystając z *ebXML* przedsiębiorstwa otrzymują zestaw standardów umożliwiających: wymianę wiadomości biznesowych, utrzymywanie relacji handlowych oraz określanie i rejestrację własnych procesów biznesowych.¹²⁴ Na uwagę zasługuje fakt, że standard *ebXML* został włączony również w standardy ISO (ISO 15000).

¹²² Fuks K., Kawa A., *Konfigurowanie i zarządzanie elektronicznymi łańcuchami dostaw w globalnych sieciach gospodarczych dzięki wsparciu technologii internetowych*, w: *Innowacyjne systemy, procesy i metody zarządzania międzynarodowego*, red. Trocki M., Oficyna Wydawnicza Szkoły Głównej Handlowej, Warszawa 2008, s. 115-129.

¹²³ <http://www.edi.pl>, dostęp 13.01.2009.

¹²⁴ <http://www.ebxml.org>, dostęp 13.01.2009.

ebXML daje olbrzymie możliwości w zakresie upowszechnienia elektronicznej wymiany danych. Przedsiębiorstwa wykorzystujące już systemy elektronicznej wymiany danych (np. EDI) odnajdą w systemach ebXML rozwiązanie mniej kosztochłonne i łatwiejsze w implementacji. Natomiast przedsiębiorstwa nadal korzystające z tradycyjnej, papierowej wymiany dokumentów osiągną jeszcze większe korzyści płynące z zastosowania ebXML i uczestniczenia w łańcuchu dostaw.

Adaptacja ebXML na potrzeby przedsiębiorstwa ułatwia wymianę informacji z obecnymi i potencjalnymi partnerami biznesowymi, niezależnie od ich wielkości. ebXML znacznie przyspiesza obieg informacji oraz umożliwia dostęp do aktualnych i spójnych danych, które są kluczowe w podejmowaniu trafnych decyzji biznesowych.¹²⁵

2.6.2. RosettaNet

Kolejną grupą rozwiązań bazujących na języku XML są standardy zbudowane przez konsorcjum RosettaNet.¹²⁶ Z uwagi na to, że ta grupa standardów będzie wykorzystana do zaprojektowania modelu systemu wieloagentowego (patrz podrozdz. 4.1), opisano ją szerzej niż prezentowany wcześniej ebXML.

Pierwotnie standardy RosettaNet dotyczyły przemysłu rozwiniętych technologii (ang. high-tech) wraz z branżami pokrewnymi, jednak bardzo szybko zostały one przystosowane na potrzeby innych gałęzi gospodarki, umożliwiając automatyzację procesów biznesowych i obniżenie technicznych oraz finansowych barier wchodzenia przedsiębiorstw na rynki globalne.¹²⁷

Głównymi założeniami RosettaNet są: standaryzacja oraz integracja procesów biznesowych w sieciach przedsiębiorstw, które umożliwiają łatwiejsze i bardziej efektywne konfigurowanie łańcucha dostaw. Uczestnicy takiej sieci osiągają następujące korzyści:¹²⁸

- zmniejszenie czasu obiegu towarów, usług i informacji w łańcuchu dostaw,
- zmniejszenie kosztów utrzymywania zapasów,
- zwiększenie produktywności dzięki automatyzacji procesów biznesowych,
- uproszczenie procesów biznesowych,

¹²⁵ Fuks K., Kawa A., *Konfigurowanie i zarządzanie elektronicznymi op. cit.*, s. 115 – 129.

¹²⁶ RosettaNet jest niezależnym, samofinansującym się konsorcjum o charakterze non-profit, założonym w 1998 roku przez korporację Intel, którego zadaniem jest rozwój, wdrażanie i promocja otwartych standardów elektronicznej gospodarki. Konsorcjum wspiera obecnie ponad 1000 firm z branży technologii informacyjnych, komponentów elektronicznych, producentów półprzewodników oraz dostawców rozwiązań dla tej branży.

¹²⁷ <http://www.rosettanel.org>, dostęp 13.01.2009.

¹²⁸ Ibidem.

- przejrzysta mierzalność zwrotów z inwestycji (ROI) w łańcuchu dostaw.

O dużym znaczeniu standardów RosettaNet dla łańcucha dostaw świadczą słowa S. Morris, wiceprezesa i dyrektora do spraw informatyki w Intelu: „Nie sądzę, żeby technologia ta mogła całkowicie zastąpić system EDI, ale wydaje mi się, że z czasem stanie się standardową metodą komunikacji, przynajmniej w przypadku niektórych transakcji. Jest bardziej efektywna, nie dlatego, że wydaje nam się, iż dzięki niej możemy zmniejszyć stan zatrudnienia, ale dlatego, że możemy zwolnić ludzi z obowiązku codziennego uzgadniania i ręcznego przetwarzania zamówień, których nigdy nie należało przetwarzać w ten sposób, i pozwolić im skupić się na podnoszeniu jakości usług oraz opracowywaniu strategii dla firmy”.¹²⁹

RosettaNet bazuje na czterech głównych grupach standardów:

1. Partner Interface Processes (PIPs).
2. RosettaNet Implementation Framework (RNIF).
3. RosettaNet Business and Technical Dictionaries (RBTD).
4. Trading Partner Implementation Requirements (TPIR).

Pierwsza grupa standardów (PIPs) precyzuje charakter i kształt dokumentów, które są wymieniane pomiędzy partnerami w ramach zdefiniowanego procesu biznesowego. Zawiera ona również informację o sekwencji wymiany dokumentów i fizyczne atrybuty, jakimi powinien się cechować każdy dokument. Na obecnym poziomie rozwoju standardów PIPs można wyróżnić 8 tzw. klastrów (ang. clusters), w których pogrupowano do tej pory 120 standardów.

Standardy RNIF określają wszystkie składowe potrzebne do bezpiecznej wymiany wiadomości. Są one pewnego rodzaju „kopertą”, która umożliwia przekazywanie w określony sposób różniących się od siebie wiadomości.

Natomiast RBTD stanowią trzy jednorodne słowniki pojęć (biznesowy, techniczny i biblioteka modeli) dla wszystkich łańcuchów dostaw. Słownik biznesowy (ang. RosettaNet Business Dictionary) określa właściwości, którymi muszą się cechować podstawowe elementy wykorzystywane w kontaktach biznesowych (np. konstrukcję adresów partnerów, identyfikatorów podatkowych partnerów, numerów kont partnerów). Słownik techniczny (ang. RosettaNet Technical Dictionary) określa właściwości dla produktów, półproduktów i usług wykorzystywanych w łańcuchach dostaw. Trzeci, będący w opracowaniu, słownik (ang. RosettaNet Dictionary & Library Model Specification) ma zawierać bibliotekę specyfikacji oraz architekturę modeli, które mają być rozwijane i zastosowane jako wspólne standardy.

¹²⁹ Beth S., Burt D. N., Capacino W., Gopal C., Lee H. L., Lynch R. P., Morris S., *Budowanie relacji w ramach łańcucha dostaw*, w: *Harvard Business Review. Zarządzanie łańcuchem dostaw*, Helion, Gliwice, 2007, s. 92.

W ostatnich latach na bazie PIPs, RNIF i RBTD zaprojektowano nowe standardy Trading Partner Implementation Requirements (TPIR), które mają na celu zastosowanie standardów RosettaNet w całej sieci przedsiębiorstw, obejmując w szczególności mniejsze przedsiębiorstwa (niemające własnych wewnętrznych systemów informatycznych). Inicjacja wdrożenia tych standardów należy jednak do dużych przedsiębiorstw, których systemy i wewnętrzne procesy biznesowe są już dostosowane do pierwotnych standardów RosettaNet.

W ostatnim czasie konsorcjum RosettaNet dodało również dwa inne standardy:

1. Multiple Messaging Services (MMS).
2. Engineering Information Management (EIA).

Ten pierwszy ma za zadanie zapewnić tanią wymianę dokumentów wykraczającą swoimi możliwościami poza standard RNIF i umożliwić integrację standardów RosettaNet z usługami sieciowymi. Ma on być przyszłościowym rozwiązaniem głównie dla małych i średnich przedsiębiorstw, których nie stać na inwestowanie w infrastrukturę teleinformatyczną potrzebną do elektronicznej wymiany danych.¹³⁰

Natomiast EIA jest najnowszym standardem RosettaNet, który powstał na bazie programu RosettaNet Automated Enablement i słowników biznesowych. Ma on na celu rozwój specyfikacji technicznej, która umożliwi efektywną implementację procesów biznesowych.¹³¹

2.7. Technologia agentowa

Jak pokazano w podrozdziałach 2.2 - 2.5, współczesne technologie informacyjne mają sporo wad i ograniczeń, które często utrudniają efektywny przepływ rzeczy, informacji i środków finansowych między przedsiębiorstwami. W związku z tym potrzebne są rozwiązania, które umożliwią sprawne zarządzanie łańcuchem dostaw, a w szczególności jego dynamiczne konfigurowanie.

W ostatnich latach coraz bardziej obiecująca jest technologia agentowa (ang. agent technology). Firma konsultingowa Cap Gemini Ernst & Young przewiduje, że nowa generacja oprogramowania SCM będzie konstruowana właśnie w oparciu o technologię agentową i w przyszłościowych systemach mają być zaimplementowane liczne agenty do reprezentowania każdego ogniwa sieci przedsiębiorstw budujących łańcuchy dostaw.¹³²

¹³⁰ Fuks K., *Elektroniczna wymiana danych... op. cit.*, s. 144.

¹³¹ <http://www.rosettanet.org>, dostęp 13.01.2009.

¹³² Chiu M., Lin G.: *Collaborative supply chain planning using the artificial neural network approach*, "Journal of Manufacturing Technology Management" 2004, vol. 15, no. 8, s. 788.

Technologia agentowa nie jest całkowicie nowym rozwiązaniem, aczkolwiek w opinii wielu ekspertów należy do jednej z najbardziej atrakcyjnych i prominentnych technologii informacyjnych XXI wieku. Potwierdza to duża liczba zagranicznych książek, artykułów i cyklicznych konferencji międzynarodowych¹³³ traktujących o tej problematyce oraz rosnąca liczba rozwiązań prototypowych i komercyjnych, które wykorzystują tę technologię. Na uwagę zasługuje to, że od lat cieszy się ona bardzo dużym zainteresowaniem nie tylko wśród wielu naukowców, ale także praktyków.

Agent z łaciny to *agere*, co oznacza zrobić coś lub działać, mieć zgodę na wykonanie czegoś w czyimś imieniu. W potocznym rozumieniu słowo „agent” oznacza kogoś oddelegowanego do pracy w określonym miejscu i tam wykonującego określone zadanie, zgodnie z wcześniej przyjętymi założeniami.¹³⁴ Pojęcie "agent" jest powszechnie znane, zarówno w jego znaczeniu potocznym, jak i w ekonomii. Agentów można spotkać w biurach podróży, towarzystwach ubezpieczeniowych, agencjach nieruchomości i w wielu innych miejscach, w których realizowane są na rzecz osób trzecich określone zadania wymagające specjalistycznej wiedzy.¹³⁵

Słownik wyrazów obcych podaje kilka znaczeń tego określenia:¹³⁶

- osoba działająca w imieniu jakiejś instytucji, firmy,
- agent handlowy – stały pośrednik w handlu, często uzyskujący za swoją działalność prowizję,
- tajny funkcjonariusz policji, wywiadowca,
- tajny współpracownik obcych służb wywiadowczych, szpieg.

W odniesieniu do technologii informacyjnych mamy do czynienia z agentem programowym (ang. software agent). Technologia agentowa bazuje więc na wykorzystaniu agentów (programów) jako przedstawicieli użytkowników lub innych programów. Jedną z najbardziej rozpowszechnionych definicji *agenta programowego* jest ta przedstawiona przez ekspertów z IBM. Zdefiniowali go oni jako „...jednostkę programową, która realizuje pewne zadania w imieniu użytkownika lub innego programu, z zachowaniem pewnego stopnia

¹³³ Np.: “International Conference on Industrial Applications of Holonic and Multi-Agent Systems – HoloMAS”, “International Conference on Intelligent Agents, Web Technology and Internet Commerce – IAWTIC”, “International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems – AAMAS”, “Agents And Multi-Agent Systems - Technologies And Applications – KES-AMSTA”, “International Symposium on Distributed Computing and Artificial Intelligence – DCAI” i wiele innych.

¹³⁴ Wieczerzycki W., Wieliński J., *Zastosowanie technologii agentowej w logistyce*, „Logistyka” 2003, nr 4, s. 42-45.

¹³⁵ <http://www.gazeta-it.pl>, dostęp 12.10.2008.

¹³⁶ Jarosz M., *Słownik Wyrazów Obcych*, Wydawnictwo Europa, Wrocław 2001.

niezależności i autonomii. W związku z tym program ten wykorzystuje pewną wiedzę i uwzględnia potrzeby delegującego go użytkownika lub programu”.¹³⁷

Z kolei według S. Russela i P. Norviga „...agentem nazywamy cokolwiek, co może być postrzegane jako zdolne do odczuwania swojego środowiska przez sensory i działania w tym środowisku przez efektory”.¹³⁸

Agenta programowego można zdefiniować również symbolicznie jako zbiór czterech elementów:

Agent = <Stan, Wejście, Wyjście, Proces>, gdzie.¹³⁹

- *Stan* to zbiór własności (np. wartości liczbowe, twierdzenia logiczne), które opisują agenta.
- *Wejście* i *Wyjście* to podzbiory zbioru „Stan”, których zmienne sprzęgają agenta ze środowiskiem.
- *Proces* to niezależna akcja, która zmienia stan agenta.

Agent programowy doczekał się również wielu innych określeń. W tabeli 2.2. przedstawione są najbardziej popularne z nich.

Nawet pobieżna analiza tych pojęć nasuwa wniosek, że naukowcy i badacze opracowali odrębne, nie zawsze spójne ze sobą, definicje. Mimo że wyrażenie „agent programowy” jest intuicyjnie dobrze rozumiane oraz używane często w literaturze i praktyce gospodarczej, to istnieje potrzeba określenia jednoznacznego i ostatecznie uzgodnionego w środowisku naukowym terminu.

W tej rozprawie przyjmuje się, że agent jest programem, który jest wykonywany na danym komputerze lub/i grupie komputerów (sieci). Agent jest zdolny do komunikowania się, monitorowania swego otoczenia i podejmowania decyzji, aby osiągnąć określone cele. Działanie agenta jest uzależnione od życzeń delegującego go użytkownika, programu lub innego agenta.

¹³⁷ *Intelligent Agents Project at IBM*, <http://www.research.ibm.com/iagents>, dostęp 4.5.2008.

¹³⁸ Russell S.J., Norvig P., *Artificial Intelligence: A Modern Approach*, Englewood Cliffs: Prentice Hall, New Jersey, 1995, s. 932.

¹³⁹ Parunak. H. V. D., *Go to the Ant: Engineering Principles from Natural Agent Systems*, „Annals of Operations Research” 1997, s. 75-101, za: Godniak M., *Wspomaganie zarządzania organizacji wirtualnej z wykorzystaniem technologii typu „Multi-Agent Systems”*, Rozwiązania internetowe w SWO, Wydawnictwo AE w Katowicach, Katowice 2003, s. 130.

Tab. 2.2. Wybrane interpretacje terminu „agent programowy”

Autor / autorzy	Definicja agenta / agentów
M. Wooldridge, N. Jennings ¹⁴⁰	<p>Agent jest sprzętem komputerowym lub systemem komputerowym bazującym na oprogramowaniu, który wyróżnia się następującymi właściwościami:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Autonomią: agenty działają bez bezpośredniej ingerencji człowieka i mają pewnego rodzaju kontrolę nad własnymi działaniami i wewnętrznym stanem. 2. Zdolnością komunikowania: agenty wchodzi w interakcje z innymi agentami lub ludźmi przez specjalny język komunikacyjny. 3. Reaktywnością: agenty postrzegają własne środowisko (świat rzeczywisty, użytkownika, inne agenty, Internet oraz kombinację tych elementów) i reagują w odpowiednim czasie na zmiany w nim zachodzące. 4. Proaktywnością: agenty są zdolne do działania polegającego na podejmowaniu własnych inicjatyw zorientowanych na cele.
P. Maes ¹⁴¹	<p>Autonomicznymi agentami nazywamy systemy obliczeniowe, które funkcjonują w złożonym i dynamicznym środowisku, działają w nim samodzielnie i realizują cele, do których zostały zaprojektowane.</p>
D.C. Smith, A. Cypher, J. Spohrer ¹⁴²	<p>Agent jest trwałą jednostką programową zaprojektowaną do realizacji konkretnego celu. „Trwałość” odróżnia agenty od zwykłych podprogramów. Agenty mają własne pomysły dotyczące sposobu i planu realizacji przydzielonych im zadań. „Konkretny cel działania” odróżnia agenty od wielofunkcyjnych aplikacji; agenty są po prostu znacznie mniejszymi programami.</p>
B. Hayes-Roth ¹⁴³	<p>Inteligentny agent w sposób ciągły wykonuje trzy funkcje:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Postrzeganie dynamicznie zmieniających się warunków środowiska, w którym funkcjonuje. 2. Działanie w celu wpływania na warunki tego środowiska. 3. Uzasadnianie interpretacji postrzegania otoczenia, rozwiązywanie problemów, wyciąganie wniosków i decydowanie się na wykonywanie działań.

¹⁴⁰ Wooldridge M., Jennings N., *Agent Theories, Architectures, and Languages: a Survey*, w: *Intelligent Agents*, red. Wooldridge M., Jennings N., Berlin 1995, s. 2-3.

¹⁴¹ Maes P., *Artificial Life Meets Entertainment: Life like Autonomous Agents*, "Communications of the ACM" 1995, vol. 38, no.11, s. 108-114.

¹⁴² Smith D. C., Cypher A., Spohrer J., *KidSim: Programming Agents Without a Programming Language*, "Communications of the ACM" 1994, vol. 37, no. 7, s. 54-67.

¹⁴³ Hayes-Roth B., *An Architecture for Adaptive Intelligent Systems*, "Artificial Intelligence: Special Issue on Agents and Interactivity" 1995, vol. 72, no. 1-2, s. 3.

S. Franklin, A. Graesser ¹⁴⁴	Autonomiczny agent jest systemem usytuowanym wewnątrz środowiska, którego jest również częścią. Postrzega i oddziałuje on na to środowisko po to, aby wykonać plan i osiągnąć efekt.
M. d'Inverno, M. Luck ¹⁴⁵	Agent jest systemem komputerowym zdolnym do elastycznego i autonomicznego działania w dynamicznym, nieprzewidywalnym oraz otwartym środowisku.
S. Green, L. Hurst, B. Nangle, S. Fergal, C. Pádraig ¹⁴⁶	Inteligentny agent to oprogramowanie, które asystuje ludziom i funkcjonuje w ich imieniu. Jego praca polega na wykonywaniu zadań, które człowiek mógłby zrobić sam, ale powierza je agentowi. Agenty mogą zautomatyzować powtarzające się zadania, zapamiętywać rzeczy, które ulatują ludzkiej pamięci, inteligentnie podsumowywać złożone dane oraz uczyć się od użytkownika, a nawet czynić mu pewne sugestie.

Źródło: Opracowanie własne.

2.7.1. Cechy agentów

Łatwiej jest zrozumieć istotę agenta programowego określając cechy, które go wyróżniają na tle innych, klasycznych programów.

Agent jest autonomiczny, tzn. pracuje samodzielnie, realizując wyznaczone zadania. Działanie agenta odbywa się jednak tylko i wyłącznie za przyzwoleniem oraz w imieniu delegującego. Autonomiczność agenta wymusza na nim możliwość przeżycia w danym środowisku do momentu zrealizowania zleconych mu zadań, także w przypadku, kiedy delegujący odłącza się od systemu.¹⁴⁷

Z upływem czasu agent może dostosowywać swoje działanie do zmian zachodzących w jego środowisku pracy lub też kreować dane środowisko dla swoich potrzeb. Jest to możliwe dzięki kolejnej właściwości agenta, jaką jest inteligencja. Oczywiście inteligencja człowieka i inteligencja agenta mają zupełnie inną naturę. Niektórzy autorzy twierdzą, że komputery, w szczególności programy nie mogą być inteligentne. Jednakże jest bardzo wielu badaczy, którzy mają przeciwne zdanie. W rozprawie pominięto polemikę na ten temat. Niezależnie od

¹⁴⁴ Franklin S., Graesser A., *Is it an Agent, or Just a Program?*, "A taxonomy for Autonomous Agents, Proceedings of the Third International Workshop on Agent Theories, Architectures, and Languages" 1996, Springer-Verlag, UK, s. 21-22.

¹⁴⁵ D'Inverno M., Luck M., *Understanding Agent Systems*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 2004, s. 1.

¹⁴⁶ Green S., Hurst L., Nangle B., Fergal S., Pádraig C., *Software Agents: A review*, Technical Paper, Broadcom Eireann Research Ltd. and Trinity College, Dublin 1997, s. 2-3.

¹⁴⁷ Fuks K., Kawa A., *Dynamiczne konfigurowanie łańcuchów dostaw w oparciu o technologię agentową*, w: *Logistyka i zarządzanie produkcją – nowe wyzwania, odległe granice*, red. Fertsch M, Grzybowska K., Stachowiak A., Politechnika Poznańska – Instytut Inżynierii Zarządzania, Poznań 2007, s. 41.

tych poglądów przyjmuje się, że agent potrafi zbierać informacje dotyczące swojego otoczenia i wyciągać na ich podstawie wnioski służące mu do dalszego działania oraz dostosowywać swoje zachowanie do zmian zachodzących w jego środowisku pracy.

Istotą działania agenta jest realizacja celu powierzonego mu przez delegującego użytkownika lub innego agenta. Agent w czasie realizacji zleconych mu zadań może poszukiwać środowiska najbardziej odpowiedniego do wykonania określonego celu. Mówimy wtedy o mobilności agenta, czyli przemieszczaniu się w otoczeniu bez zmiany sposobu jego działania.

Dwie ostatnie cechy agentów stanowią o podstawowym podziale agentów na inteligentne i mobilne. Te pierwsze mają ograniczoną mobilność i odwrotnie – agenty mobilne cechują się ograniczoną inteligencją. Wynika to z faktu, że im większa inteligencja agenta, tym bardziej rozbudowany i skomplikowany zawiera on kod programowy oraz dane przez siebie zebrane. To natomiast powoduje, że trudniej jest przemieścić się takiemu agentowi do innego środowiska. Dlatego też obecnie mamy do czynienia ze stacjonarnymi, inteligentnymi agentami i agentami mobilnymi, wykorzystującymi w niewielkim stopniu mechanizmy uczenia się oraz wyciągania wniosków.¹⁴⁸

Ponadto, agentom programowym przypisywanych jest także szereg innych właściwości, które w mniejszym lub większym stopniu są związane z powyżej przedstawionymi cechami i definicjami. Są to między innymi: umiejętność uczenia się, współdziałania, przewidywania, rozumowania itd. W tabeli 2.3 zaprezentowane są najczęściej występujące w literaturze cechy wraz z ich oryginalną nazwą w języku angielskim.

Część z tych cech nie tylko nie określa odrębnych właściwości, ale wzajemnie się zawiera. Przykładowo przyjmuje się, że umiejętność uczenia się i umiejętność rozumowania, są częścią definicji inteligencji. M. Paprzycki zauważa, że badacze wybierają podzbiór powyżej wymienionych cech i ewentualnie uzupełniają go o dodatkowe cechy i używają tego podzbioru jako definicji agentów programowych. Wynikiem tego postępowania jest jeszcze większy „bałagan pojęciowy”.¹⁴⁹ Dodatkowym problemem jest to, że niekiedy agentom przypisuje się cechy, którymi w ogóle się nie charakteryzują oraz zadania, których nie są w stanie wykonać.

¹⁴⁸ Fuks K., Kawa A., *Dynamiczne konfigurowanie łańcuchów dostaw... op. cit.*, s. 42.

¹⁴⁹ Paprzycki M., *Agenci programowi jako metodologia tworzenia oprogramowania*, <http://www.e-informatyka.pl>, dostęp 18.09.2008.

Tab. 2.3. Cechy przypisywane agentom i systemom agentowym

Cecha	Oryginalna nazwa w języku angielskim
Reaktywność	Reactiveness
Ukierunkowanie na osiągnięcie celów	Goal orientation
Autonomia	Autonomy
Umiejętność dostosowania	Adaptivity
Umiejętność uczenia	Learning ability
Umiejętność porozumiewania się	Ability to communicate
Umiejętność współdziałania	Capacity for cooperation
Rozumowanie oparte o zgromadzoną wiedzę	Reasoning based on collected knowledge
Umiejętność przemieszczania się	Mobility
Bycie godnym zaufania	Reliability
Oddziaływanie	Interactivity
Umiejętność przewidywania	Proactivity
Umiejętność rozumowania	Capacity for reasoning
Inteligencja	Intelligence

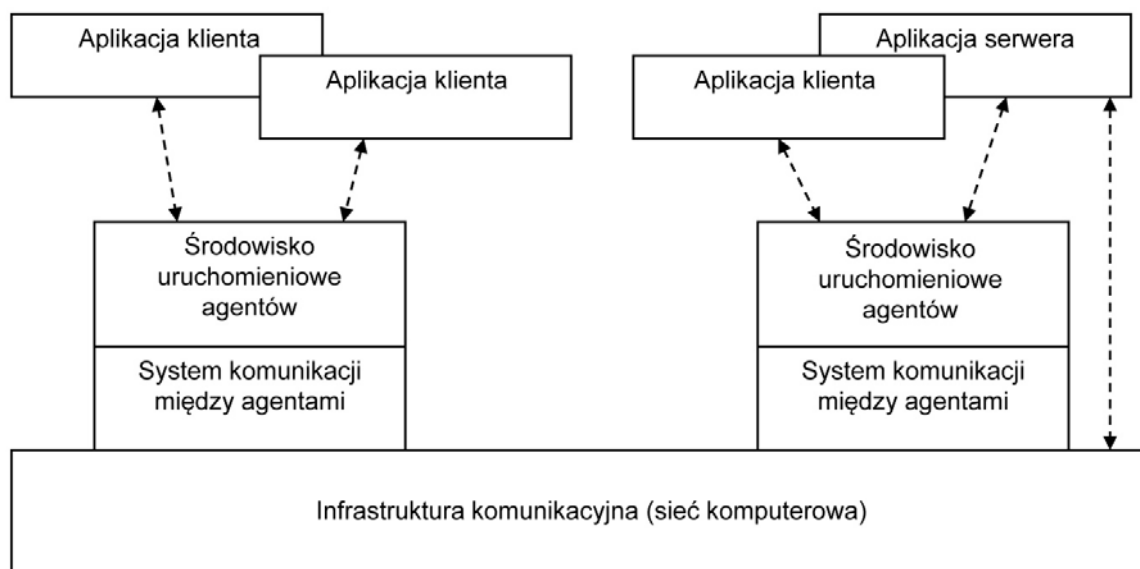
Źródło: Paprzycki M., *Agenci programowi jako metodologia tworzenia oprogramowania*, <http://www.e-informatyka.pl>, dostęp 18.09.2008.; Galant V., Tubycy J., *Inteligentny Agent Programowy*, Prace Naukowe UEW, Wrocław 2001, s. 45-57.

2.7.2. Architektura systemu agentowego

Agent funkcjonuje w określonym środowisku, na które może wpływać przez swoje działania. Środowisko to jest dedykowane agentowi, a w jego skład wchodzi: aplikacje użytkownika, serwera, dwie warstwy pośrednie: środowiska uruchomieniowego agentów oraz systemu komunikacji między agentami i infrastruktury komunikacyjnej (sieci komputerowej) (patrz rys. 2.3). Architektura systemu agentowego musi być zaprojektowana tak, aby umożliwić zdalne uruchamianie programów mogących się ze sobą komunikować w ograniczony i ściśle określony sposób.

Środowisko uruchomieniowe agentów odpowiedzialne jest za odnalezienie agenta, bez względu na to, gdzie się znajduje i jakie powierzone mu zadania realizuje. Do zadań środowiska uruchomieniowego należy również nadzorowanie wykonywania, autoryzacja kodu agentów i udostępnianie tylko tych komponentów systemu, które służą realizacji celów powierzonych agentowi. Środowisko uruchomieniowe pilnuje, aby agent nie przekroczył swoich uprawnień w zakresie korzystania z określonych usług. Jeśli występuje takie

naruszenie, to agent powinien zostać usunięty z danego systemu przez środowisko uruchomieniowe. Środowisko uruchomieniowe odpowiedzialne jest także za uwierzytelnienie agentów, migrację do i z innych komputerów oraz usługę nazywania (ang. naming), która umożliwia jednoznaczną identyfikację agentów. Dzięki unikalnemu identyfikatorowi agenty są rozpoznawalne i mogą się ze sobą porozumiewać.



Rys. 2.3. Architektura systemu agentowego

Źródło: Wieczerzycki W., *Giędy elektroniczne*, w: *Rynek usług logistycznych*, red. Ciesielski M., Wydawnictwo Difin, Warszawa 2005, s. 136.

Środowisko uruchomieniowe umożliwia też komunikację, która może występować pomiędzy samymi agentami, agentami a aplikacją użytkownika, agentami a systemem operacyjnym. Jest ona podstawowym sposobem pozyskiwania danych ze środowiska i jedynym sposobem wysyłania danych – przez co agent wpływa na to środowisko. W przypadku, gdy mamy do czynienia ze środowiskiem, w którym wiele agentów komunikuje się ze sobą – mówimy o systemie wieloagentowym (patrz punkt 2.7.5).¹⁵⁰

Środowisko uruchomieniowe kontroluje także bieżący stan agenta i odpowiednio do tego stanu podejmuje określone działania. Agent w ramach tzw. „cyklu życiowego” przechodzi przez szereg stanów: od narodzin, przez aktywację i uśpienie, do usunięcia lub migracji. Aktywacja i uśpienie mogą się wielokrotnie powtarzać w czasie cyklu życia agenta, w zależności od zadań, do jakich został on oddelegowany.¹⁵¹

¹⁵⁰ Wieczerzycki W., *Giędy elektroniczne*, w: *Rynek usług logistycznych*, red. Ciesielski M., Wydawnictwo Difin, Warszawa 2005, s. 136.

¹⁵¹ Ibidem.

Agent może również sam powołać do życia środowisko uruchomieniowe. Taka sytuacja ma miejsce w momencie zakończenia migracji agenta do nowego otoczenia.

2.7.3. Uruchamianie agenta

Podstawą działania agenta jest jego kod źródłowy, w którym zawarte są: procedury działania; miejsce przeznaczenia; cele, do jakich został agent oddelegowany itp. Kod agenta może być skompilowany (wykonywany bezpośrednio) lub interpretowany przez środowisko uruchomieniowe. W programowaniu agentowym (ang. agent programming) najczęściej stosowany jest kod interpretowany, do którego wykorzystuje się uniwersalną maszynę wirtualną określonego języka programowania. Mimo że wykonanie programu za pomocą interpretera jest wolniejsze, a do tego wykorzystuje więcej zasobów systemowych niż wykonanie kodu skompilowanego, to w praktyce może zająć relatywnie mniej czasu niż kompilacja i uruchomienie. Dodatkowo migrujący kod źródłowy agenta nie jest zależny od konkretnego środowiska sprzętowo-programowego. Kod agenta jest fizycznie potrzebny tylko tam, gdzie będzie wykonywany, a lokalne fragmenty kodu agenta mogą być specjalizowane na różne komputery i wykorzystywane bez konieczności zmiany agenta, co umożliwia wybór implementacji w ostatniej chwili, krótko przed jego rzeczywistym wykorzystaniem. Dodatkowo, w przypadku zastosowania interpretowanego kodu środowisko uruchomieniowe ma przez cały czas pełną kontrolę nad wykonywanym kodem agenta, co znacznie podnosi poziom bezpieczeństwa systemu.

2.7.4. Bezpieczeństwo technologii agentowej

Jak zaznaczono wyżej, agenty komunikują się i wchodzi w interakcje z innymi agentami, wykonują w ich imieniu zadania, są uruchamiane w różnych środowiskach, nie zawsze bezpiecznych. Szczególnie groźne są wirusy, które mogą się powielać oraz szkodzić innym agentom, środowiskom i użytkownikom.

Agent jako reprezentant użytkownika zawiera istotne informacje o nim samym, jego preferencjach, upodobaniach itp. Może zatem istnieć pokusa przejęcia tych danych i wykorzystania do nieuczciwych zamiarów. Kwestia zapewnienia bezpieczeństwa jest więc obecnie jednym z największych wyzwań w drodze do powszechnego stosowania technologii agentowej w Internecie.

O odpowiedni poziom bezpieczeństwa może dbać zarówno środowisko uruchomieniowe, jak i sam agent. W pierwszym przypadku występuje uwierzytelnianie użytkownika i agenta oraz zweryfikowanie ich praw do wykonywania kodu agenta w danym

środowisku uruchomieniowym, następnie kontrola kodu agenta i sprawdzenie, czy nie zawiera on wirusów lub innych potencjalnych źródeł niebezpieczeństwa. Informacja o uwierzytelnieniu może być dołączona do samego agenta lub być przesłana oddzielnie podczas komunikacji środowiska uruchomieniowego z serwerem uwierzytelniającym. W kolejnym kroku sprawdza się informacje o działaniach, które agent zamierza podjąć w danym środowisku. Stosuje się tu zazwyczaj mechanizmy autoryzacji działań agenta. Mogą one być uruchomione jednorazowo przed interpretacją kodu agenta, bądź na bieżąco monitorować jego działanie. Jednorazowe sprawdzenie kodu agenta przestaje być jednak skuteczne w przypadku agentów, które mogą modyfikować jego zawartość w czasie działania.

W drugim przypadku sam agent dokonuje uwierzytelnienia środowiska uruchomieniowego. Aby agent mógł sprawdzić środowisko, to musi zostać w nim uruchomiony. Zadanie to nie powinno warunkować rozpoczęcia pracy agenta. Problem ten mogą rozwiązać środowiska dokonujące delegacji agenta przez uwierzytelnienie serwera, do którego migruje agent lub przez certyfikaty środowiska używane przy nadawaniu komunikatów. Odpowiedni poziom bezpieczeństwa zapewnia, wcześniej wspomniana, interpretacja kodu agenta.

2.7.5. System wieloagentowy

Jak zostało wcześniej zauważone, jeśli w danym środowisku działa wiele agentów, to mamy do czynienia z tzw. systemem wieloagentowym (MAS, ang. Multi-Agent System). *System wieloagentowy* definiuje się jako zbiór autonomicznych agentów, działających niezależnie od siebie, reprezentujących niezależne miejsce w systemie.¹⁵²

„Niezależne działanie” nie oznacza, że systemy te nie komunikują się i nie współpracują. Wręcz przeciwnie, jest to środowisko społeczności agentów współdziałających ze sobą. Środowisko to ma określoną strukturę i sieć powiązań. Takie podejście umożliwia uzyskanie efektu synergii i większej efektywności, dzięki wykonywaniu skomplikowanych zadań równocześnie przez wiele, mających swoje ściśle określone zadania, agentów.

Systemy wieloagentowe są stosowane zatem w sytuacjach, w których trzeba rozwiązać problemy o charakterze rozproszonym lub złożonym obliczeniowo, np. wyszukiwanie informacji w Internecie, zarządzanie zasobami, aukcje internetowe, symulacja zachowań rynkowych, wspomaganie zarządzania łańcuchem dostaw itp.

¹⁵² Zambonelli F., Jennings N. R., Omicini A., Wooldridge M., *Agent-Oriented Software Engineering for Internet Applications*, w: *Coordination of Internet Agents: Models, Technologies and Applications*, Springer-Verlag, London 2000, s. 3-5.

Bardzo ważna w przypadku tak złożonych systemów jest ujednoczona komunikacja pomiędzy wszystkimi agentami, aby nie powstawały nieporozumienia w osiąganiu określonych celów. Przykładem jest standard komunikacji między agentami ACL (ang. Agent Communications Language) (patrz punkt 4.2.6), opracowany przez szwajcarską organizację FIPA (ang. Foundation for Intelligent Physical Agents).¹⁵³

2.7.6. Zastosowanie technologii agentowej w praktyce

Istnieje wiele dziedzin, w których możliwe jest wykorzystanie systemów bazujących całkowicie lub częściowo na agentach programowych. Technologia agentowa ma bowiem zastosowanie zarówno w przedsięwzięciach niekomercyjnych, jak i stricte biznesowych.

Agenty programowe mogą być użyte jako elektroniczni pośrednicy w sieci Internet, gdzie pełnią pomocniczą rolę dla użytkowników w wykonywaniu rutynowych zadań. Ich zastosowanie można znaleźć w systemach wspomaganie podróży, w których agenty nie tylko pomagają w zaplanowaniu wyjazdu, znalezieniu odpowiedniego hotelu, ale również realizują funkcje informacyjne, takie jak dostarczenie programu pobliskiego kina lub zasugerowanie restauracji o określonym profilu.¹⁵⁴

W niektórych dziedzinach, jak np. w przypadku budowania programów komputerowych, agenty programowe są powszechnie stosowane. Umożliwiają one między innymi: zarządzanie informacjami, zdalną współpracę, zarządzanie przepływami pracy itp.¹⁵⁵ Pośrednio z agentami ma się do czynienia korzystając z pakietu Microsoft Office. Zastosowano w nim bowiem, w sposób nie do końca jawny, elementy technologii agentowej w formie najrozmaitszych asystentów i pomocników, które automatyzują rutynowe działania w edytorze tekstu lub arkuszu kalkulacyjnym (np. kreator wykresów w Excelu).¹⁵⁶ Osobisty asystent może także na bieżąco monitorować działania użytkownika, tworząc dla niego konkretny profil i oferując pomoc przy pojawieniu się problemu.¹⁵⁷ Pomaga on również

¹⁵³ <http://www.fipa.org>, dostęp 12.12.2008.

¹⁵⁴ Gawinecki M., Kaczmarek P., Paprzycki M., Vetulani Z., *Interakcja Użytkownik-Agentowy System Wspomagania Podróży*, w: *Materiałach 17-tej Górskiej Szkoły PTI*, Szczyrk 2005, s. 271.

¹⁵⁵ Verharen E., Dignum F., *Cooperative Information Agents and Communication*, w: *Proceedings of the 1st International World Symposium on Cooperative Information Agents*, red. M. Klusch, Springer-Verlag, Germany 1997, s. 195-209.

¹⁵⁶ Wieczerzycki W., Wieliński J., *Zastosowanie technologii... op. cit.*, s. 42-45.

¹⁵⁷ Oliveira E., *Applications of Intelligent Agent-based Systems*, w: *4o. Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente*, São Paulo 1999, s. 1-7.

zarządzać czasem, np. ustalać harmonogramy spotkań.¹⁵⁸ Jak łatwo jest zauważyć, jego możliwości są praktycznie nieograniczone. Można sobie przykładowo wyobrazić agenta, który sprawdza prognozę pogody i na tej podstawie podpowiada delegującemu go użytkownikowi sposób ubrania się czy podróżowania.

Agent znajduje również zastosowanie w programie do zarządzania pocztą elektroniczną. Jego rola polega na pomocy użytkownikowi przez automatyczne ustalanie priorytetów i organizowanie wiadomości e-mail. Jest to możliwe dzięki określeniu reguł dla poszczególnych typów wiadomości, np. oznaczanie ich jako ważne, łączenie w grupy tematyczne, przesyłanie dalej pod wskazane adresy lub przenoszenie do odpowiednich folderów.¹⁵⁹ Wykorzystanie technologii agentowej odnosi się tu również do działania w imieniu użytkownika i organizowania dla niego poczty z wyprzedzeniem czasowym. W przypadku systemu przeszukiwania poczty opartej na pocztowej bazie danych, możliwe jest tworzenie skomplikowanych zapytań (kwerend). Stanowi to duże ułatwienie, ponieważ agent sprawdza nie tylko standardowe informacje o wiadomościach, ale także ich treść.

Agentami programowymi posługują się również narzędzia antywirusowe, które pobierają najnowsze biblioteki z informacjami o wirusach i wykrywają ataki na komputer. Dzięki temu użytkownik w ogóle nie musi pamiętać i martwić się o bieżącą aktualizację swojego programu antywirusowego.

Agenty monitorują również inne zjawiska i podejmują odpowiednie działania w imieniu użytkownika, np. agent oddelegowany na serwer giełdy papierów wartościowych może nie tylko obserwować zmiany cen akcji, ale również przystąpić do zakupu lub sprzedaży akcji w momencie, gdy zostanie osiągnięta wymagana cena. Przykładem może być niemiecka firma Spider-Software.net, która dla swoich klientów – banków i biur maklerskich, zaprogramowała i umieściła agenty na giełdach m.in. w Barcelonie, Mediolanie, Frankfurtcie, Londynie, Wiedniu i Zurychu.

E. Oliveira rozszerza zakres zastosowań technologii agentowej o: uczące się systemy produkcyjne, wirtualne organizacje, rozrywkę i zarządzanie ruchem ulicznym.¹⁶⁰ Część z tych zastosowań ma już praktyczne zastosowanie, a część jest na etapie koncepcyjnym lub prototypowym.

¹⁵⁸ Lange D.B., Oshima M., *Seven good reasons for mobile agents*, "Communications of the ACM" 1999, vol. 42, no. 3, s. 88-89.

¹⁵⁹ Cohen P., Wang M., Cheyer A.J., Baeg S.C., *An Open Agent Architecture*, "Journal of Autonomous Agents and Multi-Agent Systems" 1994, s. 1-8.

¹⁶⁰ Oliveira E., *Applications of Intelligent Agent-based Systems... op. cit.*, s. 1-7.

Ponadto technologia agentowa może być zastosowana wszędzie tam, gdzie zachodzi potrzeba indywidualnego traktowania użytkowników lub produktów, usług itd. oraz konieczność zapewnienia dostępu do danych wieloma różnymi kanałami informacyjnymi, np. w bankowości (indywidualny system monitorowania kont bankowych, indywidualne poradnictwo finansowe), systemach informacyjnych (wiadomości sportowe, kulturalne itp., wybierane indywidualnie przez klientów), systemach monitorujących i powiadamiających (alarmy, informacja o uszkodzeniu itp., przesyłane przez urządzenia, serwisanta).¹⁶¹

Z uwagi na możliwość zastosowania agentów programowych w przenośnych urządzeniach cyfrowych, technologia ta staje się bardzo obiecująca zwłaszcza w przypadku tzw. mobilnego biznesu (ang. mobile business).¹⁶² Użytkownik może łączyć się z systemem informatycznym przedsiębiorstwa, w którym pracuje, za pomocą różnorodnych urządzeń, takich jak np.: palmtop (komputer kieszonkowy), telefon komórkowy lub tradycyjna przeglądarka internetowa i przesyłać pytanie o interesujące go dane. Odpowiedzią na zapytanie użytkownika jest informacja pozyskana z centralnego repozytorium (np. bazy danych), przefiltrowana pod kątem osobistych upodobań klienta. W przypadku zapotrzebowania na dodatkową wiedzę, agenty mogą przeszukać Internet gromadząc potrzebne informacje. Wszystkie szczegóły tych interakcji są przechowywane w bazie danych jako odpowiednie scenariusze, które mogą być później ponownie wykorzystane.¹⁶³

Znane są przykłady zastosowania agentów programowych do wspomagania inwestycji kapitałowych¹⁶⁴, znajdowania najtańszych płyt CD w Internecie, wyszukiwania w elektronicznych sklepach informacji o dostępności danych produktów¹⁶⁵, czy do zajmowania się procesem kupna, sprzedaży i negocjacji w imieniu użytkowników.¹⁶⁶ Koncepcja programowania agentowego jest wykorzystywana również w programach informacyjnych (ang. bots). Są to tzw. boty, wykonujące pewne czynności (np. udawanie ludzkiego zachowania, inteligentnego rozmówcy) w imieniu użytkownika, które w języku naturalnym potrafią odpowiedzieć mniej lub bardziej trafnie na pytania zadawane przez człowieka.

¹⁶¹ Rykowski J., *Monitorowanie stanu... op. cit.*, s. 13.

¹⁶² Wiczerzycki W., *Giełdy elektroniczne... op. cit.*, s. 137.

¹⁶³ Galant V., Paprzycki M., *Information Personalization in an Internet Based Travel Support System*, w: Proceedings of the BIS'2002 Conference, red. Abramowicz W., Wydawnictwo UEP, Poznań 2002, s. 191-202; Gawinecki M., Paprzycki M., Kaczmarek P., Vetulani Z., *Interakcja Użytkownik-Agentowy... op. cit.*, s. 271.

¹⁶⁴ Stanek S., Mazur M., Sadecki B., *Zastosowanie kreatywnego agenta oprogramowania w module giełdowym IKGSWI wspomagającym inwestycje kapitałowe*, w: *Systemy Wspomagania Organizacji SWO'2004*, Wydawnictwo AE Katowice, Katowice 2004, s. 587-598.

¹⁶⁵ Godniak M., *Wspomaganie zarządzania... op. cit.*, s. 132-133.

¹⁶⁶ Maes P., Guttman R.H., Moukas A.G., *Agents that buy and sell*, "Communications of the ACM" 1999, vol. 42 no 3, s. 81-92; Chmielarz W., *Handel elektroniczny nie tylko w gospodarce wirtualnej*, Wydawnictwa Naukowe Wydziału Zarządzania, Warszawa 2001.

Agenty programowe bardzo dobrze nadają się do prowadzenia różnych badań i eksperymentów. Za pomocą specjalnego oprogramowania dedykowanego rozwiązaniom wieloagentowym można przeprowadzać symulację złożonych systemów (np. zachowanie roju pszczoł czy mrówek, rozwój choroby, funkcjonowanie giełdy elektronicznej itp.), zbudować modele społeczeństwa, gospodarki itp., w których odwzorowuje się pewną rzeczywistość z uwzględnieniem różnych warunków i ograniczeń. Następnie się je bada, wyciąga wnioski i ulepsza. Wśród narzędzi, najczęściej wykorzystywanych do symulacji modeli za pomocą technologii agentowej, można wymienić środowiska: NetLogo, MASON, Repast i Swarm.¹⁶⁷ Na potrzeby tej pracy wykorzystane jest to pierwsze środowisko, którego opis znajduje się w punkcie 5.4.1.

Jak widać z przedstawionych przykładów, technologia agentowa usprawnia działania w wielu dziedzinach i może mieć bardzo dużo zastosowań. Jedynym ograniczeniem jej zastosowania pozostaje wyobraźnia projektanta systemu i ewentualna niechęć do wykorzystania tej technologii.

2.7.7. Technologia agentowa w łańcuchu dostaw

Technologia agentowa cieszy się również dość dużą popularnością w logistyce i łańcuchu dostaw. Wyróżnia się tu trzy podstawowe grupy agentów (agenty wyszukujące, monitorujące i zarządzające), które w zależności od pełnionej funkcji wykonują różne zadania.¹⁶⁸

Pierwsza grupa agentów zajmuje się wyszukiwaniem informacji według ściśle określonych kryteriów. Mogą one podejmować autonomiczne decyzje o zmianie swojej lokalizacji, jeśli cel nie został w pełni osiągnięty. Najczęściej są to agenty bardzo mobilne. Przykładowym zastosowaniem takiego agenta może być wyszukiwanie informacji o najtańszych produktach i usługach w ofertach potencjalnych dostawców. Agent, przeglądając wiele ofert, wybiera tę najbardziej atrakcyjną i zwraca informację o niej delegującemu go użytkownikowi. Agent może zakończyć działanie, jeśli w pierwszej lokalizacji odnajdzie ofertę spełniającą zadane kryteria. Może też podjąć decyzję o zakupie towaru, usługi, jeśli jego stopień autonomii to umożliwia. Warto zwrócić uwagę na to, że agent migrując do kolejnej lokalizacji, przenosi się wraz z zapamiętaną informacją z poprzedniej lokalizacji.

Z kolei druga grupa agentów (agenty monitorujące) cechuje się dużą inteligencją, ale małą mobilnością. Do ich zadań należy automatyczna reakcja na zachodzące zdarzenia na

¹⁶⁷ Railsback S. F., Lytinen S. L., Jackson S. K., *Agent-based simulation platforms: Review and development recommendations*, "Simulation" 2006, vol. 82, no. 9, s. 609-623.

¹⁶⁸ Fuks K., Kawa. A., *Technologia agentowa w zarządzaniu łańcuchem dostaw*, „Logistyka”, nr 2, s. 84; Wiczerzycki W., *Giełdy elektroniczne... op. cit.*, s. 137-139.

podstawie reguł wnioskowania. Ten rodzaj agentów, np. w połączeniu z technologią RFID (ang. Radio Frequency Identification), umożliwia bardzo szybkie określanie liczebności produktów w punktach przeładunkowych, magazynach i na półkach sklepowych.¹⁶⁹ Agent może również zgłaszać powstałe niedobory lub braki magazynowe oraz automatycznie komunikować się z dostawcą i zamawiać towar. Kryterium wyboru może stanowić przykładowo ilość towaru, jaka ubyła w ostatnim czasie z magazynu.¹⁷⁰ Agenty te znajdują również zastosowanie w badaniu aktualnego stanu technicznego samochodów (zmiany ciśnienia opon, temperatury chłodnicy, obrotów silnika itp.), czy maszyn produkcyjnych. W sytuacjach awaryjnych agent komunikuje się z użytkownikiem (aplikacja) sygnalizując stan wyjątkowy.

Agenty monitorujące w połączeniu z agentami mobilnymi są wykorzystywane w systemach do śledzenia przesyłek (ang. Track & Trace). Technologia agentowa w połączeniu z systemem pozycjonowania (GPS, ang. global positioning system) umożliwia monitorowanie i wyszukiwanie środków transportowych, a w szczególności rzeczy, które są na nich transportowane. Dzięki temu można lokalizować przesyłki w trybie rzeczywistym i dynamicznie zarządzać flotą transportową. Agent kieruje zapytanie do odpowiedniego pojazdu, wzdłuż ustalonego kanału transmisji (np. przez wiadomość SMS), albo korzysta z zewnętrznej bazy danych wyszukując taką informację.¹⁷¹

Trzecią grupę agentów są agenty zarządzające. Stanowią one najbardziej zaawansowany zespół agentów wykorzystywanych w logistyce. Łączą one cechy zarówno agentów inteligentnych, jak i mobilnych. Mają one za zadanie ustalać warunki i formę ewentualnych transakcji z agentami reprezentującymi potencjalnych partnerów biznesowych, sprawdzać, czy pojawiły się nowe oferty, porównywać je z wielu różnych miejsc. Jeśli agentowi zarządzającemu przyporządkowuje się dużą liczbę funkcji, może być on zastąpiony przez grupę agentów, z których każdy jest odpowiedzialny za dany rodzaj działania. W przypadku środowisk zcentralizowanych rolę agenta zarządzającego pełni agent inteligentny funkcjonujący w środowisku (np. na giełdzie elektronicznej) lokalnie. Nie musi wykazywać się mobilnością, ponieważ nie przemieszcza się on w trakcie realizacji powierzonych zadań. Sytuacja komplikuje się w przypadku środowisk rozproszonych, ponieważ agenty zarządzające muszą wykazywać zarówno cechy agentów inteligentnych, jak i mobilnych.

¹⁶⁹ Holmström J., Främling K., *Exploration of the impact of RFID and agent technology on operations management*, w: *Proceedings of First International Conference on Design Science Research in Information Systems and Technology*, Claremont, California 2006, s. 1-29.

¹⁷⁰ Wierczycki W., Wieliński J., *Zastosowanie technologii agentowej w logistyce... op. cit.*, s. 42-45.

¹⁷¹ Wierczycki W., Wieliński J., *A Model of Extended Track and Tracing Systems Based on Agent Technology and Mobile Services*, w: *Proceedings of the BIS'2004 Conference*, red. Abramowicz W., Wydawnictwo UEP, Poznań 2004, s. 135-144.

Jak wspomniano wcześniej, inteligencja i mobilność agentów programowych są cechami przeciwstawnymi. Dlatego też wyróżnia się dwa szczególne rodzaje agentów zarządzających w środowiskach rozproszonych.¹⁷²

W pierwszym przypadku agentem zarządzającym jest inteligentny, stacjonarny agent, który rezyduje na danym urządzeniu. Może być to zarówno serwer giełdy elektronicznej, jak i komputer lub serwer przedsiębiorstwa inicjującego dynamiczny łańcuch dostaw. W celu pozyskiwania informacji agent zarządzający ma do dyspozycji grupę agentów mobilnych, które delegowane są do zbierania określonych informacji od potencjalnych partnerów biznesowych. Na bazie tych informacji agent zarządzający (grupa agentów) podejmuje odpowiednie decyzje, co do dalszych działań (np. doprecyzowanie warunków współpracy, komunikacja z delegującym użytkownikiem).

W drugim przypadku agentem zarządzającym jest jeden agent programowy typu PSA (ang. Polymorphic Self-Slimming Agent).¹⁷³ PSA charakteryzuje się dwuczłonową budową, która umożliwia połączenie dwóch antagonistycznych cech agentów (inteligencji i mobilności). Pierwsza część agenta, tzw. agent inicjujący (BA, ang. Bootstrap Agent) odpowiada za zbieranie informacji, czyli reprezentuje mobilne cechy agentów. Natomiast tzw. agent pełnomocnik (PA, ang. Proxy Agent) odpowiada za przetwarzanie informacji pozyskanych od agenta inicjującego. Podejmuje on również odpowiednie działania zgodnie z założeniami i uprawnieniami nadanymi przez delegującego go użytkownika. Do zadań agenta pełnomocnika należy także informowanie delegującego użytkownika o postępach i wynikach realizacji powierzonych zadań.

Przykładem zastosowania agentów zarządzających są elektroniczne giełdy ofert transportowych.¹⁷⁴ Głównym zadaniem autonomicznie działających na giełdach agentów jest wyszukiwanie na odpowiednim serwerze ofert (np. wolnych środków transportowych lub wolnych ładunków) i komunikowanie się z delegującymi użytkownikami po osiągnięciu zamierzonego celu (np. po znalezieniu oferty spełniającej określone kryteria). Jednak agenty mogą wykonywać również inne zadania, np. ustalać warunki i formę ewentualnych transakcji z agentami reprezentującymi potencjalnych partnerów biznesowych, sprawdzać, czy pojawiły się nowe oferty, porównywać oferty z różnych giełd. W szczególności, jeśli agent dysponuje odpowiednimi certyfikatami i przyzwoleniem delegującego go użytkownika, może nawet negocjować warunki współpracy, składać zamówienie i podpisać elektronicznie niezbędne

¹⁷² Fuks K., Kawa A., *Dynamiczne konfigurowanie łańcuchów dostaw w oparciu o...* op. cit., s. 44-45.

¹⁷³ Wierczycki W., *Polymorphic Agent Clusters – the Concept to Design Multi-Agent Environments Supporting Business Activities*, w: *2nd International Conference on Industrial Applications of Holonic and Multi-Agent Systems – HoloMAS '05*, Springer-Verlag, LNAI, Copenhagen, Denmark 2005, s. 233-245.

¹⁷⁴ Wierczycki W., *Giełdy elektroniczne...* op. cit., s. 135-147.

dokumenty. Agent ma możliwość monitorowania 24 godziny na dobę pojawiania się nowych ofert. Zgodnie z „cyklem życia” agenta, może on w czasie, gdy nie musi być aktywny, przebywać w stanie uśpienia. Pojawienie się nowej oferty na badanej giełdzie jest zdarzeniem wznawiającym działanie agenta – przystępuje on do analizy nowych informacji. Jeśli informacje te są interesujące, to dołącza je do danych już zgromadzonych lub przekazuje delegującemu go użytkownikowi.¹⁷⁵ Właśnie te dodatkowe zadania przekładają się na budowanie relacji pomiędzy partnerami biznesowymi, a tym samym inicjują powstawanie bardzo krótkiego (np. złożonego tylko z dostawcy usługi i jej odbiorcy), ale dynamicznego łańcucha dostaw (patrz podrozdz. 4.2). Stanowi to punkt wyjścia do konfigurowania bardziej złożonych łańcuchów dostaw bazujących na technologii agentowej.

2.7.8. Ograniczenia i wady technologii agentowej

Niektórzy badacze poddają technologię agentową dość surowej krytyce twierdząc, że to co można zaimplementować w postaci systemu agentowego, może być również zaprogramowane w inny sposób. Uważają oni, że większość funkcji dostępnych w istniejących systemach agentowych może zostać zaimplementowana przy pomocy jednego ze znanych już mechanizmów. Przykładowo, mobilność może być zastąpiona przez wykonywanie funkcji na odległość (ang. remote procedure calling), a klonowanie jest zbliżone koncepcyjnie do wielostrumieniowości w systemie operacyjnym Unix.¹⁷⁶ Zwolennicy technologii agentowej w odpowiedzi na krytykę mówią, że programowanie agentowe jest kolejnym poziomem rozwoju programowania i stanowi zunifikowane podejście do budowania systemów informatycznych. W podobny sposób jak technologia obiektowa wyparła niektóre języki programowania, tak programowanie zorientowane agentowo (ang. agent-oriented programming) może w przyszłości zastąpić programowanie obiektowe.¹⁷⁷ Póki co, programowanie agentowe stanowi rozszerzenie paradygmatu programowania obiektowego.

Mimo wielu zalet technologii agentowej trzeba mieć świadomość, że nie jest ona wolna od wad. Z technologią agentową związane są nie tylko „pożyteczne” programy komputerowe, które pomagają funkcjonować w z informatyzowanym społeczeństwie. Jednym z pierwszych przykładów agentów, które pojawiły się w Internecie, są, wspomniane wcześniej, wirusy komputerowe mające za zadanie wykraść cenne informacje z komputerów lub nawet zniszczyć zawartość nośników danych, jak i sam sprzęt komputerowy.

¹⁷⁵ Ibidem.

¹⁷⁶ Paprzycki M., *Agenci programowi... op. cit.*, dostęp 18.09.2008.

¹⁷⁷ Ibidem.

Może też powstać niebezpieczeństwo związane z pełną automatyzacją niektórych czynności. Dzięki wsparciu agentów łatwiejsze jest wysyłanie jednocześnie wielu niechcianych wiadomości elektronicznych (ang. spam), w których zachęca się do spróbowania lub zakupu pewnych produktów lub usług. Również w przypadku telefonii internetowej, która jest coraz bardziej popularna za sprawą możliwości darmowego użytkowania, może ona zostać „zaatakowana” przez agenty, które będą dzwonić automatycznie do tysięcy osób jednocześnie, przekonując je, aby kupiły reklamowane produkty. Kluczowe jest więc zapewnienie, opisywanego wcześniej, bezpieczeństwa.

Projektowanie systemów agentowych dla logistyki wiąże się z tworzeniem oprogramowania dla bardzo skomplikowanych rozwiązań i wymaga współpracy pomiędzy technologiami, które zawierają elementy pochodzące z bardzo wielu dziedzin. Konieczna jest więc integracja teorii, narzędzi i różnych koncepcji informatycznych. Przykładowo, Track & Trace wymaga wiedzy o następujących technologiach i systemach: GPS, GSM, GPRS, automatyczna identyfikacja, Internet, TMS (ang. Transport Management System), zarządzanie rozproszonymi zasobami, systemy rozproszone itp.

Kolejnym problemem, który ogranicza rozwój systemów agentowych, jest brak standaryzacji tworzenia danych i ich aktualizacji w systemach informatycznych różnych uczestników łańcucha dostaw. Nawet najbardziej inteligentne agenty, mające umiejętność wnioskowania, nie poradzą sobie z nieustrukturyzowanymi danymi. Stąd jednym z najważniejszych problemów nowoczesnych sieci przedsiębiorstw tworzących łańcuchy dostaw jest sprawne oraz automatyczne pozyskiwanie danych o przedsiębiorstwach i ich zasobach. Istnieje więc potrzeba nie tylko tworzenia rozwiązań standaryzujących zapisywane informacje, ale przede wszystkim uświadomienia uczestnikom, że ta standaryzacja jest istotna i niezbędna do budowania efektywnych łańcuchów dostaw. Dzięki temu agenty będą mogły łatwiej analizować informacje i podejmować działania.

W kolejnym rozdziale proponowane są autorskie rozwiązania, które pomagają ograniczyć zaprezentowane powyżej problemy.

3. Konfigurowanie łańcucha dostaw

3.1. Istota konfigurowania

W podrozdziale 1.4 zostały opisane cztery podstawowe obszary zarządzania łańcuchem dostaw. Warto przypomnieć, że dwa z nich dotyczą szeroko pojętego konfigurowania (konfiguracja produktu i sieci oraz formowanie sieci produkcyjnej). Widać więc, jak ważne jest to zadanie – zarówno w ramach pojedynczej organizacji, jak i w sieciach przedsiębiorstw budujących łańcuchy dostaw. Potwierdzają to słowa autorek C. Chandra i J. Grabis, które twierdzą, że konfigurowanie należy do jednego z głównych zadań zarządzania łańcuchem dostaw.¹⁷⁸ Również T.H. Truong i F. Azadivar uważają konfigurowanie łańcucha dostaw za problem najwyższego, a więc strategicznego poziomu.¹⁷⁹

Zanim jednak zostaną opisane: istota, zasady, uwarunkowania i modele konfigurowania łańcucha dostaw, należy zastanowić się, czym jest konfiguracja.

Według *Słownika Języka Polskiego* konfiguracja to:¹⁸⁰

- układ elementów, który może ulec zmianie na inny pod wpływem jakichś okoliczności,
- układ stosunków w danej grupie ludzi w danym momencie,
- ustawienie parametrów potrzebnych do pracy programu komputerowego lub urządzenia połączonego z komputerem.

Z kolei *Popularny słownik języka polskiego* podaje, że konfiguracja to:¹⁸¹

- układ, uformowanie elementów wchodzących w jakieś relacje; postać, ukształtowanie,
- układ stosunków politycznych, międzynarodowych.

Natomiast słownik *Merriam-Webster Dictionary and Online Thesaurus* definiuje konfigurację jako rozmieszczenie części lub elementów, które tworzą całość w nieodłącznej formie.¹⁸²

¹⁷⁸ Chandra C., Grabis J., *Supply Chain Configuration: Concepts, Solutions, and Applications*, Springer-Verlag, New York 2007, s. 22.

¹⁷⁹ Truong T.H., Azadivar F., *Simulation based optimization for supply chain configuration design*, w: *Proceedings of the 2003 Winter Simulation Conference*, red. S. Chick, Sánchez P. J., Ferrin D., Morrice D. J., <http://www.informs-cs.org/wsc03papers/158.pdf>, 2003, s. 1268.

¹⁸⁰ *Słownik języka polskiego*, <http://sjp.pwn.pl>, dostęp 15.01.2009.

¹⁸¹ *Popularny słownik języka polskiego*, <http://portalwiedzy.onet.pl>, dostęp 15.01.2009.

¹⁸² *Merriam-Webster Dictionary and Online Thesaurus*, <http://www.m-w.com>, dostęp 15.01.2009.

Konfiguracja wiąże się zatem z pewnym kształtem, postacią funkcjonalną lub przestrzenną. W przypadku konfigurowania systemu (np. sieci przedsiębiorstw) tworzy się określony układ składający się z poszczególnych elementów (np. przedsiębiorstw). Taki system można także zmieniać lub powtórnie konfigurować (rekonfigurować).

M.E. Porter uważa, że „...konfiguracja skupia uwagę na tym, gdzie lokuje się poszczególne czynności w łańcuchu wartości firmy. Na przykład montaż można prowadzić w jednym kraju, a prace badawcze i rozwojowe nad wyrobami – w innym. Ponadto, dana czynność może być wykonywana w jednym miejscu lub być rozproszona na wiele miejsc.”¹⁸³

Z kolei M. Ciesielski również zaznacza, że konfiguracja jest przestrzenną strukturą rozmieszczenia działań lub funkcji realizowanych przez korporacje. Dodaje jednak, że ta struktura może obejmować również partnerów i firmy zależne.¹⁸⁴ Konfigurację można zatem podzielić na wewnętrzną i zewnętrzną. Ta pierwsza dotyczy budowania przepływu rzeczy w ramach jednej korporacji, a ta druga obejmuje przedsiębiorstwa autonomiczne (całkowicie niezależne od siebie). Z uwagi na większą złożoność tego drugiego rodzaju konfiguracji, w tej rozprawie skupiono na nim największy nacisk.

Warto także dodać, że łańcuchy dostaw mogą budować zarówno same przedsiębiorstwa, jak i ich filie. W związku tym, jak wspomniano wcześniej (patrz podrozdz. 1.1), powstają sieci, które składają się z bardzo skomplikowanego układu łańcuchów dostaw.

Mając na uwadze powyższe definicje i rozważania, przyjęto na potrzeby tej rozprawy, że *konfigurowanie łańcucha dostaw* jest budowaniem układu w sieci przedsiębiorstw, w ramach którego odbywa się przepływ rzeczy, informacji i środków finansowych. Taki układ składa się z poszczególnych ogniw (producenta, montażysty, dystrybutora, detalisty itp.), między którymi zachodzą relacje typu dostawca-odbiorca.

3.2. Decyzje w konfigurowaniu łańcucha dostaw

Konfigurowanie łańcucha dostaw dotyczy nie tylko lokalizacji poszczególnych elementów infrastruktury (magazynu, centrum dystrybucyjnego, hali produkcyjnej itp.), ale również wiąże się z kwestią organizacji przepływu rzeczy, informacji i środków finansowych między jednostkami w ramach istniejącej już sieci. W obydwu przypadkach budowanie układu jako zintegrowanego systemu składającego z kilku poziomów dostawców oraz odbiorców jest

¹⁸³ Porter M.E., *Porter o konkurencji*, Wydawnictwo PWE, Warszawa 2001, za: Łupicka A., *Teorie wyjaśniające powstawanie... op. cit.*, s. 1.

¹⁸⁴ Ciesielski M., *Teoretyczne podstawy i problemy logistyki*, Katedra Logistyki Transportu, UEP, Poznań 2003, s. 47.

bardzo trudnym i złożonym zadaniem. Wynika to między innymi z tego, że poszczególni uczestnicy łańcucha dostaw mają różne, rozbieżne cele, a sam łańcuch dostaw jest dynamicznym systemem, który przez cały czas się rozwija.

T.H. Truong i F. Azadivar wyróżniają dwie kategorie decyzji dotyczących konfigurowania łańcucha dostaw:¹⁸⁵

- Decyzje strukturalne, które dotyczą: lokalizacji poszczególnych komponentów łańcucha dostaw oraz wyznaczenia sposobów dystrybucji i wyboru gałęzi transportu.
- Decyzje koordynacyjne, które obejmują: wybór dostawców; nawiązanie relacji partnerskich; ustalenie poziomu wymaganych zapasów i ich własności; kwestię dzielenia się informacjami dotyczącymi sprzedaży; plan produkcyjny; politykę produkcyjną (produkcja na magazyn, produkcja na zamówienie itp.).

W literaturze przedmiotu można znaleźć również szerszy podział decyzji związanych z konfigurowaniem łańcucha dostaw:¹⁸⁶

1. Decyzje strukturalne:

- rozmieszczenie istniejących ogniw łańcucha dostaw na różnych poziomach,
- dołączenie nowych elementów do łańcucha dostaw,
- określenie wydajności infrastruktury logistycznej;

2. Decyzje charakteryzujące relacje między ogniwami łańcucha dostaw:

- ustanowienie stałych połączeń między odpowiednimi uczestnikami łańcucha dostaw,
- ograniczenie współpracy do pojedynczej transakcji,
- wybór sposobu dostarczenia produktu lub usługi,
- wybór mechanizmu wymiany informacji;

2. Decyzje cechujące ilość/liczbę/wielkość:

- kupowanych produktów,
- wytwarzanych produktów,
- przetwarzanych produktów,
- dostarczanych produktów,
- składowanych produktów,
- wysyłek między ogniwami łańcucha dostaw,

¹⁸⁵ Truong T.H., Azadivar F., *Simulation based optimization for supply chain...* op. cit. , s. 1268.

¹⁸⁶ Chandra C., Grabis J., *Supply Chain Configuration...* op. cit., s. 38-40.

- kubatury;
3. Decyzje dotyczące czasu, w szczególności harmonogramowania dostaw i reakcji na zmiany;
 4. Decyzje charakteryzujące politykę łańcucha dostaw w zakresie:
 - strategii produkcji,
 - strategii dystrybucji,
 - strategii zaopatrzenia,
 - wymiany informacji,
 - zastosowania outsourcingu.

Jak widać z zaprezentowanej listy, z konfigurowaniem łańcucha dostaw związanych jest bardzo wiele aspektów. Wymienione wyżej decyzje w mniejszym lub większym stopniu wzajemnie wpływają na siebie i mogą być od siebie uzależnione, dlatego powinny być one rozpatrywane wielowymiarowo. Poza tym, na decyzje te oddziałuje wiele czynników zewnętrznych – ekonomicznych, politycznych, technologicznych, infrastrukturalnych, społecznych i innych. Przykładowo, decyzja dotycząca budowy lub zmiany lokalizacji hali produkcyjnej czy magazynu charakteryzuje się długoterminowymi i kapitałochłonnymi konsekwencjami. Ma również bezpośredni wpływ na koszty produkcji, magazynowania, transportu i pracy oraz duże znacznie dla wydajności łańcucha dostaw w kategoriach jakości świadczonych usług, poziomu obsługi klienta, terminowości dostaw itp.

Warto zauważyć, że do podjęcia niektórych decyzji w zakresie konfigurowania łańcucha dostaw wystarcza analiza ilościowa, natomiast inne wymagają analizy jakościowej. Przykładem tych pierwszych są decyzje dotyczące lokalizacji magazynu (choć brane są tutaj pod uwagę również aspekty jakościowe), poziomu zapasów, wielkości produkcji, alokacji dostępnych środków itp. Natomiast przykładem tych drugich są decyzje odnoszące się do wyboru partnera, polityki planowania produkcji, wyboru gałęzi transportu, kanału dystrybucji itp. Oczywiście część elementów analizy jakościowej można skwantyfikować za pomocą odpowiednich metod i na tej podstawie dokonać analizy ilościowej (patrz podrozdz. 3.5).

3.3. Przesłanki i determinanty konfigurowania łańcucha dostaw

Konfigurowanie łańcucha dostaw determinowane jest przez rodzaje strategii stosowanych przez przedsiębiorstwa biorące w nim udział (w szczególności przez lidera sieci), jak również przez sam łańcuch dostaw. Inaczej bowiem będzie skonstruowany łańcuch dostaw, który oferuje produkty lub usługi o niskim koszcie, niż ten, w którym stosuje się strategię

dywersyfikacji. W odmienny sposób będzie konfigurowany również łańcuch dostaw realizujący koncepcje lean management i agile management (patrz dalej).

Do konfigurowania łańcucha dostaw przyczyniają się pewne zmiany, które zachodzą w przedsiębiorstwie. Za przesłanki przyczyniające się do budowania nowego łańcucha dostaw uważa się:¹⁸⁷

- wprowadzanie na rynek nowego produktu lub zmianę istniejącego,
- wprowadzenie w przedsiębiorstwie nowego procesu lub usprawnienie istniejącego,
- wybór nowego źródła zaopatrzenia lub zmianę istniejącego,
- wybór nowego dostawcy lub jego zmianę,
- zmiany w popycie na nowe rodzaje produktów,
- zmiany w długości faz cyklu życia produktu i/lub procesu.

Zmianom ulegają także zależności pomiędzy poszczególnymi ogniwami łańcucha dostaw. J. Witkowski zauważa, że charakterystyczna dla partnerstwa strategicznego długotrwałość współpracy i wysokie zaangażowanie są bez wątpienia pożądane przy złożonych oraz powtarzalnych transakcjach. Nie są natomiast konieczne, gdy wzrost efektywności można osiągnąć w inny, prostszy sposób. W praktyce gospodarczej występują sytuacje, w których długotrwałość współpracy nie musi wiązać się bezpośrednio z pełnym zaangażowaniem partnerów, lub w których wysoki poziom złożoności dostarczanego produktu lub usługi wymaga krótkotrwałego, a nawet jednorazowego zaangażowania.¹⁸⁸

Na sposób i przebieg konfigurowania łańcucha dostaw mogą mieć wpływ trendy pojawiające się na rynkach światowych i w globalnych sieciach przedsiębiorstw. Poniżej wymieniono i opisano najważniejsze z nich.¹⁸⁹

Globalizacja i internacjonalizacja przedsiębiorstw

W dobie globalizacji i internacjonalizacji przedsiębiorstw większość przepływów rzeczy odbywa się na arenie międzynarodowej, wobec tego prawie każdy łańcuch dostaw ma charakter międzynarodowy, czy nawet globalny. Temu umiędzynarodowieniu sprzyjają przede wszystkim outsourcing i tendencja do zakupów lub lokowania produkcji w odległych krajach (ang. offshoring).¹⁹⁰ Według firmy doradczej McKinsey do 2020 roku produkcja ok. 80 proc.

¹⁸⁷ Ibidem.

¹⁸⁸ Witkowski J., *Zarządzanie...* op. cit., s. 35-36.

¹⁸⁹ Chandra C., Grabis J., *Supply Chain Configuration...* op. cit. s. 21; Szymanowski W., *Modelowanie projektowania łańcuchów dostaw*, „Ekonomika i organizacja przedsiębiorstwa” 2006, nr 1, s. 17-18.

¹⁹⁰ Ciesielski M., *Teoretyczne podstawy logistyki i zarządzania łańcuchem dostaw*, „Gospodarka Materialowa i Logistyka” 2006, nr 8, s. 3.

towarów będzie odbywać się w innym kraju niż ich konsumpcja. Dla porównania, obecnie jest to 20 proc. To spowoduje ogromne zmiany w sposobie przemieszczania i konsumpcji dóbr.¹⁹¹

Jednocześnie proces rozwoju globalnych łańcuchów dostaw jest ściśle powiązany z innymi inicjatywami, np. koncepcją wyszczuplonego zarządzania (ang. lean management) i koncepcją elastycznego zarządzania (ang. agile management).¹⁹² Przykładem zastosowania tych dwóch przeciwstawnych, a zarazem komplementarnych koncepcji jest grupa Inditex, która w ramach swojej działalności zbudowała dwa różne łańcuchy dostaw. Pierwszy jest przeznaczony dla produktów, na które popyt wykazuje mniejszą zmienność i jednocześnie dużą elastyczność cenową. Ich produkcja została zlokalizowana w odległych krajach o niskich cenach pracy. Natomiast drugi łańcuch dostaw zaspokaja popyt o dużej zmienności i mniejszej wrażliwości na cenę. Ten łańcuch jest znacznie krótszy, bowiem część produkcji odbywa się w Hiszpanii, czyli w kraju, gdzie swoją główną siedzibę ma Inditex.¹⁹³ Oczywiście produkty pochodzące z obydwu łańcuchów są dystrybuowane do wszystkich sklepów znajdujących się na terenie całego świata.

Presja na redukcję kosztów

Globalizacja i internacjonalizacja przedsiębiorstw przyczyniły się również do tego, że duża liczba przedsiębiorstw amerykańskich i europejskich produkuje lub zleca produkcję na rynku azjatyckim. Ogromne kary pieniężne, jakie grożą kontrahentom za niedotrzymanie terminu, i ciągła presja na obniżanie kosztów powodują, że pracownicy muszą zadowalać się bardzo niską płacą, a jednocześnie jakikolwiek sprzeciw nie wchodzi tu w grę. Niestety nie sprzyja to zacieśnieniu współpracy i powstawaniu relacji partnerskich.

Orientacja na klienta

Orientacja na klienta ma na celu dostosowanie oferty do oczekiwań nabywców oraz jak najszybsze rozpoznawanie popytu i reagowanie na jego zmiany. Jest to osiągnięte dzięki partnerstwu, w którym dostawcy i odbiorcy podejmują wzajemne zobowiązania – dostawcy w zakresie czasu realizacji zamówienia, jakości produktów i świadczonych usług, stosowania określonych instrumentów zarządzania logistycznego, a odbiorcy przede wszystkim w zakresie dostarczania niezbędnych informacji.

¹⁹¹ Balou R. H., *The evolution and future...* op. cit., s. 341.

¹⁹² Ciesielski M., *Determinanty wzrostu różnorodności globalnych łańcuchów dostaw*, „Gospodarka Materiałowa i Logistyka” 2006, nr 5, s. 2; M. Ciesielski, *Teoretyczne podstawy logistyki...* op. cit., s. 3.

¹⁹³ Ciesielski M., *Determinanty...* op. cit., s. 4.

Zindywidualizowana produkcja masowa

Trend ten odnosi się do masowej produkcji (ang. mass customization) bardzo zróżnicowanych dóbr konsumpcyjnych, wykonywanej na potrzeby rynku globalnego, ale jednocześnie uwzględniającej indywidualne potrzeby klientów. Szczegółowe informacje uzyskane w trakcie realizacji zlecenia mogą stanowić podstawę długotrwałej relacji z klientem. Mass customization umożliwia maksymalizację satysfakcji klienta na każdym z etapów procesu podejmowania decyzji zakupu, co może przyczynić się do uzyskania przewagi konkurencyjnej w danym segmencie rynku.¹⁹⁴ Wymaga to oczywiście budowy efektywnych łańcuchów dostaw, które są nastawione na ostatecznego klienta. Powstają tu następujące wyzwania: jak skonfigurować różne systemy, które wspierają cykl życia produktu, aby zaabsorbować różnorodności w popycie konsumentów? Jak i jakie działania mają wspierać zaspokojenie potrzeb konsumentów bez powodowania większych przerw działalności systemu przedsiębiorstwa?

Outsourcing funkcji logistycznych i koncentracja na kluczowych kompetencjach

Firmy, które chcą być konkurencyjne na rynku, stosują strategie umożliwiające obniżenie kosztów produktów i skrócenie czasu realizacji dostawy. Outsourcing funkcji biznesowych i usług jest używany jako środek do realizacji tych strategii. Takie działania prowadzą jednak do poważnych problemów w zakresie koordynacji zamówień i ich realizacji.

Coraz częściej w obsługę logistyczną łańcuchów dostaw włączają się operatorzy logistyczni. Ułatwiają oni przede wszystkim wymianę dóbr między firmami produkcyjno-handlowymi, przez to te ostatnie mogą się skoncentrować na swoich kluczowych kompetencjach i ograniczać wysiłki wkładane w realizację wspierających funkcji biznesu, takich jak: transport, zarządzanie zapasami itd. Próba zaspokajania potrzeb transportowych w ramach transportu własnego, podobnie jak realizowanie innych funkcji logistycznych, jest w wielu przypadkach niezasadna z punktu widzenia sprawności, czasu i jakości wykonania oraz kosztów.

Nowoczesne technologie informacyjne i komunikacyjne

Kolejnym trendem jest wzrastające wykorzystanie zaawansowanych technologii w większości obszarów gospodarki – począwszy od dostawców urządzeń dla logistyki, przez przedsiębiorstwa logistyczne, aż po producentów i dystrybutorów. Rozpowszechnienie się

¹⁹⁴ Babiarz P., Piotrowski M., Wawrzyńkiewicz M., *Mass customization jako nowa, konkurencyjna strategia biznesowa*, "Logistyka" 2004, nr 5, s. 59-60.

nowych technologii spowodowało, że integracja łańcucha dostaw w ramach elektronicznego obiegu informacji odbywa się coraz szybciej i łatwiej. Możliwe jest łatwiejsze pozyskiwanie i udostępnianie informacji o przepływach towarów i przedsiębiorstwach, które są uczestnikami danego łańcucha dostaw. Ponadto, technologie informacyjne dają szansę małym i średnim przedsiębiorstwom do włączenia się w globalne łańcuchy dostaw.

Przejęcie ze strategii push na pull

Dzięki przejściu ze strategii push na pull przedsiębiorstwa są w stanie odłożyć przystosowanie się do pojawiających się zmian produktów i związanych z nimi procesów i / lub zasobów w cyklu życia produktu tak długo, jak to tylko możliwe, oczywiście bez niekorzystnego wpływu na swoją obecną sytuację ekonomiczną.

Redukcja zapasów i kompresja czasu

Kolejnym trendem jest presja na zmniejszanie zapasów i skrócenie czasu pomiędzy zamówieniem a dostawą do klienta. Przedsiębiorstwa starają się to realizować przez częstsze dostawy mniejszych partii surowców i komponentów, zminimalizowanie czasu przewozu oraz przez poprawę wskaźników w zakresie niezawodności dostaw. Bardzo pomocne są tu usługi firm logistycznych (w szczególności kurierskich), które wspomagają realizację powyższych zadań.

Zmiany struktury sprzedaży detalicznej

W ostatnich latach zauważalny jest wzrost liczby wielkopowierzchniowych obiektów i centrów handlowych, w których ostateczny klient może dokonać kompleksowych zakupów. Udział sprzedaży przedsiębiorstw handlowych w wartości sprzedanych dóbr ogółem stale rośnie. Sieci handlowe wymagają nowoczesnej pod względem technologii i organizacji obsługi transportowo-magazynowej oraz nowego podejścia w zakresie współpracy i partnerstwa.

Dostawy bezpośrednio do klienta

Wraz z pojawieniem się technologii Internetu i możliwością ich użycia we wszystkich fazach cyklu życia produktu, łańcuch dostaw może być konfigurowany w krótszym czasie, a produkt szybciej osiągalny przez ostatecznego klienta. To implikuje eliminację niektórych ogniw z łańcucha dostaw. Rola tradycyjnych pośredników jest ograniczona, a producenci i dostawcy mogą bezpośrednio obsługiwać klientów, oszczędzając czas i pieniądze.

Wzrost konkurencji

Rosnąca konkurencja skłania przedsiębiorstwa do poszukiwania oszczędności nie tylko w jakości i cenie wyrobu, ale także w działaniach zwiększających wartość związaną z nabywaniem i użytkowaniem produktów przez klientów.¹⁹⁵

Alianse strategiczne

Coraz więcej produktów i usług jest tak projektowana, aby zaoferować klientom dodatkowe cechy i funkcjonalności. Firmy nie są jednak w stanie zawsze samodzielnie przygotować taki produkt czy usługę. Szukają zatem możliwości nawiązania aliansu strategicznego przez partnerstwo z firmami, które dodają wartości do produktu i usługi oraz pomagają zrealizować wyznaczone cele.

3.4. Teorie przydatne w konfigurowaniu łańcucha dostaw

Jak zaznaczono wcześniej, zadanie polegające na konfigurowaniu łańcucha dostaw jest wieloaspektowe i dość trudne do ogarnięcia. Pomocny w jego zrozumieniu i realizacji jest odpowiedni schemat analityczny.

Schemat analityczny jest „...narzędziem badawczym, polegającym – w prostszym ujęciu – na określeniu istotnych cech lub zmiennych opisujących dane zjawisko, proces lub określoną kategorię teoretyczną, względnie – w bardziej skomplikowanym ujęciu – oznaczającym dodatkowo, oprócz identyfikacji zmiennych, określenie obszaru zmienności tych zmiennych i zarysowanie kierunków zależności między nimi”.¹⁹⁶

W takim schemacie wykorzystuje się zarówno wiedzę teoretyczną, jak i wiedzę o charakterze praktycznym. W pierwszej kolejności powinno się wskazać jednak teorie, które ściśle wiążą się z realizowanym zadaniem.¹⁹⁷ Wśród teorii przydatnych w konfigurowaniu łańcucha dostaw można wymienić takie, które są pomocne w:

- wyborze partnera handlowego (teoria zasobowa firmy, teoria kluczowych kompetencji),

¹⁹⁵ Fechner I., *Zarządzanie łańcuchem dostaw*, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Logistyki, Poznań 2007, s. 28.

¹⁹⁶ Gorynia M, Jankowska B., *Wpływ klastrów na konkurencyjność i internacjonalizację przedsiębiorstw*, „Gospodarka Narodowa” 2007, nr 7-8, s. 2.

¹⁹⁷ O potrzebie wykorzystania teorii do rozwiązania określonych problemów o charakterze badawczym lub praktycznym w zarządzaniu łańcuchem dostaw pisze M. Ciesielski. w: *Teoretyczne podstawy logistyki i zarządzania łańcuchem dostaw*, „Gospodarka Materiałowa i Logistyka” 2006, nr 8, s. 2-6.

- lokalizacji ogniw łańcucha dostaw (teoria lokalizacji, teoria międzynarodowego cyklu życia produktu, teoria gron M.E. Portera, teoria góry lodowej),
- funkcjonowaniu sieci (model sieci przemysłowych, model pięciu grup partnerów).

Zaprezentowany wyżej podział jest oczywiście umowny, ponieważ poszczególne teorie mogą się nawzajem przenikać i wpływać na różne aspekty konfigurowania łańcucha dostaw. Również lista tych teorii może się wydłużyć. Można wskazać inne podejścia, które mogą być wykorzystane w mniejszym lub większym zakresie (np. teoria kosztów transakcyjnych, teoria migracji wartości, teoria agencji, teoria konkurencji globalnej).¹⁹⁸ Logistyka jest bowiem dziedziną, która bardzo dynamicznie się rozwija i wiąże się bezpośrednio lub pośrednio nie tylko z wieloma teoriami ekonomicznymi, ale także innymi spoza nauki ekonomii.¹⁹⁹

Poniżej zostało opisanych większość z wyżej wymienionych teorii, które, w opinii autora, są najbardziej istotne dla zakresu tematycznego tej rozprawy i prowadzenia dalszych rozważań.

Teoria zasobowa firmy odgrywa znaczącą rolę w wyborze partnerów mających budować łańcuch dostaw. Przedstawia ona przedsiębiorstwo jako zbiór zasobów i umiejętności wymaganych przez konkurencję, tworzących jej siłę oraz odróżniających ją od innych podmiotów.²⁰⁰ Podejście to podkreśla, że typ, rozmiar, natura zasobów i umiejętności są zasadniczym czynnikiem wpływającym na pozycję konkurencyjną, rentowność i rozwój firmy.²⁰¹ Wśród zasobów wymienia się: zasoby finansowe, zasoby rzeczowe, zasoby rynkowe, własność intelektualną, ludzi, zasoby organizacyjne i zasoby relacyjne.²⁰² Umiejętności wynikają z wiedzy i mogą być specyficzne dla poszczególnych branż. W przypadku konfigurowania łańcucha dostaw (w szczególności doboru partnerów) szuka się odpowiedniej kombinacji tych zasobów, która będzie najbardziej efektywna i korzystna dla ostatecznego klienta. Istotą jest tu umiejętność wykorzystania zasobów, a nie samo ich posiadanie. Aktywa (zasoby i umiejętności) lidera sieci przedsiębiorstw mogą więc obejmować aktywa innych firm,

¹⁹⁸ Zestaw teorii (wraz z ich opisem) przydatnych do zrozumienia podstawowych zagadnień sieci logistycznych znajduje się w opracowaniach: Łupicka A., *Teorie wyjaśniające powstawanie i funkcjonowanie sieci logistycznych*, „LogForum” 2005, vol. 1, no. 2, s. 1; Ciesielski M., *Teoretyczne podstawy i problemy logistyki... op. cit.*, s. 22-51.

¹⁹⁹ J.R. Stock w swoim artykule „*Applying theories from Rother disciplines to logistics*,” *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*” 1997, vol. 27, no. 9 – 10, s. 515-539” wymienia 94 teorie z 12 dyscyplin naukowych mających zastosowanie w logistyce.

²⁰⁰ Wernerfelt B., *A Resource-based View of the Firm*, „*Strategic Management Journal*” 1984, no. 2.

²⁰¹ Sitek E., *Strategia rozwoju w ujęciu zasobowej teorii firmy*, „*Ekonomista*” 1997, nr 5-6, s. 757, za: Ciesielski M., *Teoretyczne podstawy i problemy logistyki... op. cit.*, s. 33-34.

²⁰² Łupicka A., *Sieci logistyczne. Teorie, modele, badania*, Wydawnictwo UEP, Poznań 2006, s. 30-31.

uzyskiwane dzięki synergii (powstającej w wyniku działań kooperacyjnych) i kontroli (czyli dominacji wynikającej z władzy rynkowej).²⁰³

W opinii niektórych autorów²⁰⁴ istotniejszą rolę niż zasoby przedsiębiorstwa odgrywają kluczowe kompetencje. Według J.L. Thompsona i B. Richardsona kluczowe kompetencje "...są wiązkami zasobów, procesów i zdolności leżących u podłoża przewagi konkurencyjnej przedsiębiorstwa, dających dostęp do ważnych rynków, albo segmentów rynkowych, czyniących znaczący wkład w dostrzegane przez klientów korzyści, umożliwiających obniżkę kosztów, utrudniających naśladowanie przez konkurencję, czy też umożliwiających zbudowanie architektury strategicznej (sieci więzi zewnętrznych i wewnętrznych stanowiących podstawę tworzenia wartości dodanej) i zarządzanie nią".²⁰⁵ Natomiast G. Hamel i C. K. Prahalad uważają, że kluczowe kompetencje są zdolnością organizacji do kolektywnego uczenia się i kumulowania wiedzy w zakresie koordynowania różnych rodzajów działalności i umiejętności produkcyjnych oraz integrowania wielu strumieni technologii.²⁰⁶ W łańcuchu dostaw kluczowymi kompetencjami mogą być: umiejętność szybkiego uczenia się i optymalnego wykorzystania zasobów będących w dyspozycji przedsiębiorstwa oraz efektywna komunikacja. Właśnie te cechy mogą być decydujące dla włączania jakiegoś przedsiębiorstwa do powstającego lub istniejącego łańcucha dostaw. Niektórzy badacze²⁰⁷ uważają całe zarządzanie łańcuchem dostaw za jedną z kluczowych kompetencji w dziedzinie logistyki. Identyfikacją i rozwojem kluczowych kompetencji może zająć się lider sieci przedsiębiorstw, który, korzystając ze swojego doświadczenia i dużej siły przebicia, potrafi zgromadzić najlepsze zasoby, procesy i zdolności oraz dokonać ich integracji.

W przypadku rozmieszczenia poszczególnych ogniw w skonfigurowanym systemie przydatna może być teoria lokalizacji przedsiębiorstw. Została ona sformułowana i rozwinięta w celu wyjaśnienia oraz prognozowania przestrzennej organizacji różnych kategorii działalności gospodarczej.²⁰⁸ Jej podstawą jest stwierdzenie, że koszty działalności

²⁰³ Ciesielski M., *Teoretyczne podstawy i problemy logistyki... op..cit.*, s. 34.

²⁰⁴ Bratnicki M., *Kompetencje przedsiębiorstwa. Od określania kompetencji do zbudowania strategii*, Wydawnictwo Placet, Warszawa 2000.

²⁰⁵ Thompson J.L., Richardson B., *Strategic and competitive success, towards a model of the comprehensively competent organization, management decision*, "Management Decision" 1996, vol. 34, no. 2, s. 5-19, za: Łupicka A., *Sieci... op. cit.*, s. 31-32.

²⁰⁶ Stankiewicz M., *Konkurencyjność przedsiębiorstwa. Budowanie konkurencyjności przedsiębiorstwa w warunkach globalizacji*, Towarzystwo Naukowe Organizacji i Kierowania, Toruń 2002, s. 207, za: Marszałek A., *Model kluczowych kompetencji jako instrument rozwoju firmy*, Zeszyty Naukowe nr 700, Wydawnictwo AE w Katowicach, Katowice 2006, s. 267.

²⁰⁷ Łupicka A., *Sieci... op. cit.* s. 32; Ciesielski M., *Strategiczna rola łańcuchów dostaw*, w: *Strategie łańcuchów dostaw* red. Ciesielski M. Długosz J., Wydawnictwo PWE, Warszawa 2009 (w druku).

²⁰⁸ Benko G., *Geografia technopolii*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1993, s. 37.

gospodarczej i dochody z tytułu jej prowadzenia zależą od jej położenia, przy założeniu racjonalnego wyboru, zgodnie z zasadami ekonomii. Zachodzą przy tym trzy sytuacje:²⁰⁹

1. Ceny sprzedaży są stałe, a koszty produkcji są zróżnicowane przestrzennie – przedsiębiorca dąży do minimalizacji kosztów.
2. Ceny sprzedaży kształtują się w zależności od lokalizacji, a koszty produkcji są niezależne od położenia geograficznego – lokalizację wybiera się na podstawie miejsca zapewniającego maksymalne ceny.
3. Ceny sprzedaży i koszty produkcji zależą od położenia geograficznego – dążenie do maksymalizacji zysku.

W przypadku logistyki najważniejszym czynnikiem lokalizacji przedsiębiorstw powinno być oszacowanie kosztów transportu. Jednakże w nowych nurtach teorii lokalizacji zwraca się uwagę na malejącą rolę transportu, a podnosi się znaczenie przepływu informacji.²¹⁰ W dobie rozwijającej się gospodarki elektronicznej, transport rzeczy częściowo zastępowany jest przepływem danych (dobra, które można poddać ucyfrowieniu i przesłać do odbiorcy w postaci elektronicznej).

Kolejną teorią dotyczącą lokalizacji jest teoria gron M.E. Portera. Grona (klastry, ang. clusters) są to geograficzne skupiska wzajemnie powiązanych firm, wyspecjalizowanych dostawców, jednostek świadczących usługi, firm działających w pokrewnych sektorach i związanych z nimi instytucji (np. uniwersytetów, jednostek normalizacyjnych i stowarzyszeń branżowych) w poszczególnych dziedzinach, konkurujących między sobą, ale także współpracujących.²¹¹ Geograficzny zasięg klastra może obejmować pojedyncze miasto, aglomerację, kraj czy nawet grupę krajów. Zdaniem Portera grona „wychwytyją ważne powiązania, komplementarność oraz przepływy technologii, umiejętności, informacji, marketingu i potrzeby klientów, przekraczające granice firm i sektorów.”²¹² Grona sprzyjają konfigurowaniu łańcucha dostaw, ponieważ większość przedsiębiorstw realizujących przepływ rzeczy znajduje się w jednym miejscu.

Grona ze względu na swoją „bliskość geograficzną” mają liczne zalety. Jednakże należy pamiętać, że niektórzy autorzy zaznaczają, że kluczem do sukcesu jest rozszerzenie działalności do rozmiarów globalnych, zaopatrywanie się na całym świecie, lokalizowanie źródeł dostaw i centrów dystrybucji w różnych częściach świata oraz budowa ogromnych sieci

²⁰⁹ Szudra P., *Innowacyjność w nowych nurtach teorii lokalizacji*, w: XI Konferencja naukowa młodych ekonomistów – KNME, Gdańsk 2005, s.1

²¹⁰ Budner W., *Lokalizacja przedsiębiorstw. Aspekty ekonomiczno-przestrzenne i środowiskowe*, Wydawnictwo UEP, Poznań 2003, s. 38-41.

²¹¹ Porter M.E., *Porter o konkurencji...* op. cit., s. 248.

²¹² Porter M.E., *Porter o konkurencji...* op. cit., s. 255.

oplatających cały glob.²¹³ Warto więc pamiętać, że niekiedy przestrzenna koncentracja sprzyja rozwojowi sieci i jest źródłem jej sukcesów, a niekiedy możliwość zarządzania w skali sieci jest podstawą konkurencyjności, dzięki osiąganiu korzyści z lokalizacji różnych węzłów w różnych – niekiedy bardzo odległych miejscach.²¹⁴

Innym podejściem, przydatnym w lokalizacji ogniw łańcucha dostaw, jest teoria międzynarodowego cyklu życia produktu. R. Vernon, autor tej teorii, wyróżnia trzy fazy cyklu życia produktu: faza produktu innowacyjnego, dojrzałego i standaryzowanego. Faza produktu innowacyjnego dotyczy lokalizacji produkcji w kraju macierzystym (wysoko rozwiniętym gospodarczo) i wiąże się z zapoczątkowaniem eksportu do krajów o podobnym poziomie rozwoju. Druga faza polega na zmniejszaniu produkcji w kraju macierzystym, lokalizowaniu jej w krajach rozwiniętych gospodarczo i zapoczątkowaniu importu do kraju macierzystego. Faza produktu standaryzowanego charakteryzuje się lokalizacją produkcji w krajach rozwijających się oraz importem do kraju macierzystego i innych krajów rozwiniętych. Kładzie się tu większy nacisk na konieczność stałego śledzenia międzynarodowych przepływów produktów w celu zabezpieczenia dostaw importowych, a z tym związane jest zwiększenie wymagań sprawności powiązań, w celu zapewnienia dostaw dla rynków zlokalizowanych w odległych częściach świata. Każda faza stwarza nowe zadania dla logistyki i nadaje jej inną formę. Między innymi zwiększa się rola wzajemnych związków przez ściślejsze powiązanie systemów informacyjnych nadawców towarów, przewoźników oraz urzędów i agencji celnych.²¹⁵ Teoria ta ma ogromne znaczenie dla konfigurowania łańcucha dostaw, a zwłaszcza jego rekonfigurowania. Po każdej zmianie fazy cyklu życia produktu powinna nastąpić zmiana struktury łańcucha dostaw.

Natomiast teoria kosztów transakcyjnych dotyczy zagadnienia kosztów wymiany dóbr i usług. W wyniku dążenia do redukcji tych kosztów powstaje swoista różnorodność organizacyjna. R. Coase, prekursor tej teorii, sformułował twierdzenie, zgodnie z którym podstawą wyznaczania granic przedsiębiorstwa, a tym samym zakresów zadań realizowanych samodzielnie, nie powinny być uwarunkowania technologiczne i wysokość kosztów, poniesionych w związku z przeprowadzaniem transakcji hierarchicznie (wewnątrz jednej organizacji) lub pomiędzy przedsiębiorstwami na rynku.²¹⁶ Wyróżnia się tu między innymi koszty poszukiwania informacji generowane w procesie weryfikacji dostępności danego dobra

²¹³ Coyle J. J., Bardi E. J., Langley Jr C.J., *Zarządzanie logistyczne*, Wydawnictwo PWE, Warszawa 2002, za. Ciesielski M., *Sieci gospodarcze a konkurencyjność firm, branż i regionów*, „LogForum” 2005, vol. 1, no. 2, s. 1.

²¹⁴ Ciesielski M., *Poziomy analizy w logistyce i w zarządzaniu łańcuchami dostaw*, „Gospodarka Materiałowa i Logistyka” 2007, nr 6, s. 4.

²¹⁵ Łupicka A., *Sieci... op. cit.*, s. 35-36.

²¹⁶ Coase R., *The Firm, the Market and the Law*, The University of Chicago Press, Chicago and London 1988.

na rynku czy porównywania ofert spełniających zadane kryteria. Są to tzw. koszty *ex ante*, czyli takie, które powstają w trakcie przygotowania i negocjowania umów. Koszty *ex post* obejmują koszty tworzenia struktury zarządzania, z którą związana jest kontrola, oraz w ramach której są przekazywane i rozstrzygane kwestie sporne; koszty niedostosowania powstające w związku z niepowodzeniem kontraktu; koszty targowania się, które towarzyszą dostosowaniom (lub ich brakowi) oraz koszty składowania ponoszone w celu osiągnięcia bezpieczeństwa zobowiązań. Transakcje mogą być jednorazowe, sporadyczne (powtarzane w większych odstępach czasu)²¹⁷ Wszystkie te koszty mają wpływ na to, jak będą konfigurowane łańcuchy dostaw, a przede wszystkim, jaki będzie zakres partnerstwa w pionowych układach. O. Williamson, który rozwijał tę teorię, twierdzi, że wąsko wyspecjalizowane jednostki zazwyczaj uzyskują korzyści ekonomii skali i są w stanie zapewnić niższe koszty wytworzenia oferowanych produktów w porównaniu z przedsiębiorstwami, w których większość potrzebnych w działalności zakresów zadań, realizowana jest samodzielnie. Słabą stroną rozwiązania polegającego na współpracy z wyspecjalizowanymi usługodawcami na rynku są natomiast wyższe koszty planowania, koordynowania i nadzorowania działalności, w porównaniu z rozwiązaniem polegającym na samodzielnym wykonywaniu zakresów zadań oferowanych przez takie jednostki.²¹⁸

Do wzbogacenia teorii w zakresie konfigurowania i rekonfigurowania łańcucha dostaw może posłużyć model sieci przemysłowych oraz model pięciu grup partnerów.

W modelu sieci przemysłowych (zwanym też podejściem sieciowym lub modelem szwedzkim) zwraca się uwagę na całokształt stosunków stron aktu kupna i sprzedaży z otoczeniem, tworzącym niekiedy bardzo rozbudowaną sieć powiązań.²¹⁹ Sieci przemysłowe zwiększają bowiem stabilność działania grup przedsiębiorstw w danej gałęzi i równocześnie wpływają na ich rozwój, dzięki zmieniającym się współzależnościom i dostosowaniem do zewnętrznego otoczenia. Z uwagi na to, że operacje gospodarcze przedsiębiorstw tworzą sieć powiązań i nie są wykonywane w oderwaniu od siebie, to zachowanie przedsiębiorstw jest reakcją na działania innych podmiotów. Każda czynność jest elementem wielu różnych łańcuchów czynności.²²⁰ Podział zadań i współpraca przedsiębiorstw w systemie sieciowym powodują, że ich działania oraz powiązania stają się współzależne i muszą być koordynowane. Kumulujące się działania poszczególnych przedsiębiorstw określają ich

²¹⁷ Łupicka A., *Sieci... op. cit.*, s. 35-36.

²¹⁸ Williamson O., *Instytucje ekonomiczne kapitalizmu*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1998, za: Malkus T., *Teoria kosztów transakcyjnych*, <http://mfiles.ae.krakow.pl/>, dostęp 02.03.2009.

²¹⁹ Łupicka A., *Sieci dostaw*, w: *Logistyka w biznesie*, red. Ciesielski M., Wydawnictwo PWE, Warszawa 2006, s. 154.

²²⁰ Gadde L.E., Hakansson H., *Professional Purchasing*, Routledge, London 1993, s. 79-83.

pozycję na rynku, w sieci i wobec poszczególnych partnerów.²²¹ Dodatkowo w sieciach, dzięki określonej znajomości zasobów przez podmioty, ma miejsce walka o kontrolę i użycie tychże zasobów dla realizacji własnych celów.

Model sieci przemysłowych, niezależnie od licznych zalet, takich jak stabilne warunki i powiązania, ma jednak wady. Nie przedstawia on w klarowny sposób przyczyny przekazywania niektórych dziedzin działalności współpracującym firmom w łańcuchu dostaw. Prezentuje to lepiej model pięciu grup partnerów (model kanadyjski).

Model pięciu grup partnerów został opracowany przez badaczy z Kanady. Według nich sieć przedsiębiorstw stanowi strukturę zarządczą, która służy organizowaniu wymiany na podstawie kooperacyjnych powiązań niezależnych (niepowiązanych kapitałowo) przedsiębiorstw i innych podmiotów. Sieć przedsiębiorstw obejmuje pięć grup partnerów o zróżnicowanej pozycji i kontroli w danym systemie sieciowym. Wiodącą pozycję zajmuje stojąca na czele sieci tzw. firma flagowa (FC, ang. Flagship Company). Pozostałe grupy partnerów współdziałających w ramach sieci to: główni dostawcy, główni odbiorcy, wybrani konkurenci i inne podmioty ze sfery infrastruktury pozaekonomicznej. Podstawą budowania sieci przedsiębiorstw jest dekompozycja łańcucha wartości firmy flagowej, co oznacza przekazywanie wybranych działań do realizacji przez inne przedsiębiorstwa, stające się partnerami w sieci. Firma flagowa koncentruje się na działaniach związanych z kluczowymi kompetencjami, podczas gdy inne działania – ze względów kosztowych lub strategicznych – przekazywane są do realizacji innym kooperującym przedsiębiorstwom (patrz rozdz. 4 i 5).²²²

Kolejną przydatną teorią w konfigurowaniu łańcucha dostaw jest zjawisko migracji wartości. „Polega ono na tym, iż obok stref o wysokiej rentowności są tzw. strefy bez zysku. Na mapie gospodarczej pojawia się coraz więcej i coraz większych plam nierentowności. Strefy bez zysku mogą mieć różną postać. Mogą one stanowić część łańcucha wartości, cały sektor, być segmentem klienteli lub obejmować całe modele prowadzenia działalności.”²²³ Zysków nie gwarantuje ani duża skala działalności, ani rosnący popyt czy duży udział w rynku. Lider łańcucha dostaw dąży więc do współpracy z partnerami, którzy oferują niskie koszty i umożliwiają zachowanie odpowiedniej rentowności łańcucha dostaw. Zmiany znaczenia poszczególnych komponentów łańcucha dostaw i ich zyskowności wpływają na cały układ.

Wszystkie zaprezentowane wyżej teorie, wraz z odpowiednią wiedzą normatywną, uogólnieniami i innymi postaciami usystematyzowanej wiedzy, mogą służyć do budowy

²²¹ Zorska A., *Ku globalizacji*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2000, s. 95.

²²² Zorska A., *Ku globalizacji... op. .cit.* s. 97, za: M. Ciesielski, *Teoretyczne podstawy i problemy... op. cit.*, s. 39.

²²³ Sływotzky A.J., D.J. Morrison, Andelman B., *Strefa zysku*, Wydawnictwo PWE, Warszawa 2000, s. 21.

schematu analitycznego²²⁴ do konfigurowania łańcucha dostaw. Jednak zanim zostanie ten schemat przedstawiony, warto się przyjrzeć prezentowanym w literaturze modelom, koncepcjom i metodykom w zakresie konfigurowania łańcucha dostaw.

3.5. Modele i koncepcje konfigurowania łańcucha dostaw

Jak zauważono wcześniej (patrz podrozdz. 3.1 i 3.2), złożoność relacji oraz różnorodność celów poszczególnych przedsiębiorstw powoduje, że bardzo trudno projektuje się i buduje łańcuchy dostaw, nawet w ramach określonej sieci przedsiębiorstw. Potrzebne są więc modele, które odwzorują najważniejsze cechy sieci przedsiębiorstw i umożliwią konfigurowanie łańcuchów dostaw.

W literaturze wyróżnia się następujące kategorie modeli konfigurowania łańcucha dostaw²²⁵:

1. Modele informacyjne, które opisują kwestię konfigurowania łańcucha dostaw z perspektywy pozyskiwania i przetwarzania informacji. Ta kategoria zawiera między innymi modele wykorzystujące technologie informacyjne i modele restrukturyzacji procesów biznesowych.
2. Modele analityczne, które zawierają głównie elementy programowania matematycznego, które służą do rozwiązywania problemów optymalizacyjnych. Modele te mogą być deterministyczne lub stochastyczne.
3. Modele symulacyjne, która umożliwiają badanie skutków zmiany warunków i zachowania projektowanego systemu bez potrzeby uciekania się do obarczonych ryzykiem prób w warunkach rzeczywistych. Przedstawiają dynamiczne własności konfigurowania łańcucha dostaw.
4. Modele statystyczne, w których stosuje się różne statystyczne podejścia po to, aby lepiej zrozumieć problematykę konfigurowania łańcucha dostaw w oparciu o zgromadzone dane historyczne. Jak dotąd, modele te są głównie rozważane jako narzędzie wspomagające w stosunku do innych rozwiązań.
5. Modele hybrydowe, które stanowią kombinację różnych typów modeli konfigurowania łańcucha dostaw. Dzięki temu nie są one ograniczone cechami pojedynczych modeli analitycznych, symulacyjnych, statystycznych czy informacyjnych.

²²⁴ Ciesielski M., *Teoretyczne podstawy logistyki i zarządzania... op. cit.*, s. 2.

²²⁵ Chandra C., Grabis J., *Configuration...op. cit.*, s. 90.

Poniżej zaprezentowano dwie koncepcje, których pewne zasady i postulaty są przydatne w konfigurowaniu łańcucha dostaw. Są to kolejno: model DCOR (patrz punkt 3.5.1) i BPR (patrz punkt 3.5.2).

3.5.1. DCOR – referencyjny model projektowania łańcucha dostaw

Wśród dostępnych w literaturze modeli na szczególną uwagę zasługuje model DCOR (ang. Design Chain Operation Reference), w którym najbardziej kompleksowo (do tej pory) zajęto się kwestią projektowania łańcucha dostaw. W odniesieniu do podziału modeli, zaprezentowanego wcześniej, jest to przykład modelu informacyjnego. Nad jego rozwojem czuwa organizacja Supply Chain Council, która jest również autorem modelu SCOR (patrz podrozdz. 1.5). DCOR został zaprezentowany po raz pierwszy w 2006 roku na konferencji „Supply Chain World 2006” w Dallas w USA. Warto jednak zauważyć, że prace nad nim trwały już dużo wcześniej i były początkowo inspirowane oraz prowadzone przez pracowników firmy Hewlett-Packard. Obecnie nad modelem pracuje bardzo wielu ekspertów z czołowych przedsiębiorstw, organizacji i uczelni na całym świecie. Dzięki temu firmy projektujące łańcuchy dostaw mogą mieć dostęp do najnowszej wiedzy i doświadczeń liderów rynku oraz porównywać własne procesy z najlepszymi standardami światowymi i na tej podstawie budować własne rozwiązania.

Model DCOR określa się jako wielobranżowe narzędzie diagnostyczne do zarządzania projektowaniem łańcucha dostaw.²²⁶ Powstał on w celu wypełnienia luki występującej w modelu SCOR. Model DCOR, w opinii jego autorów, umożliwia znalezienie odpowiedzi na pytanie: jak zaprojektować łańcuch dostaw od pierwotnego dostawcy do ostatecznego klienta, przez sieć producentów, poddostawców, dystrybutorów, aby zapewnić zadowolenie odbiorcy z jakości, ceny i kompletności dostawy.

Struktura DCOR jest inspirowana modelem SCOR, który również integruje koncepcje reorganizacji procesów biznesowych, benchmarkingu i mierników procesów w spójny standard w ramach wielofunkcyjnej struktury. DCOR obejmuje rozwój produktu, badania i rozwój technologiczny, ale podobnie jak SCOR nie opisuje procesów sprzedaży i marketingu oraz posprzedażowego wsparcia klientów.

DCOR ma trzy podstawowe poziomy:

1. Poziom najwyższy (typy procesów) – bazuje na pięciu odrębnych, kluczowych kategoriach procesów biznesowych: planowaniu, badaniu, projektowaniu, integracji i zmianie.

²²⁶ Nyere J., *The Design-Chain Operations Model*, <http://www.supply-chain.org>, dostęp 1.12.2008, s. 2.

2. Poziom konfiguracji (kategorie procesów) – można tu wymienić: planowanie projektu łańcucha dostaw, planowanie badań, planowanie integracji łańcucha, planowanie zmiany.
3. Poziom elementu procesu (dekompozycja procesów) – przykładowo, proces planowania projektu łańcucha dostaw obejmuje takie elementy, jak:
 - identyfikację wymagań projektu łańcucha dostaw,
 - identyfikację zasobów projektu łańcucha dostaw,
 - bilansowanie zasobów łańcucha z postawionymi wymaganiami,
 - ustalenie i połączenie planów projektu łańcucha dostaw.

Projekt wykonany na wymienionych trzech poziomach jest bardzo często zbyt uniwersalny i niewystarczający do zbudowania procesów w ramach konkretnego przedsiębiorstwa oraz łańcucha dostaw. Dlatego też, podobnie jak w modelu SCOR, zaproponowano czwarty poziom, który jest poziomem implementacji i w którym dokonuje się dekompozycji elementów procesów.

Jak wcześniej wspomniano, model DCOR bazuje na pięciu kategoriach procesów biznesowych. Są to:

1. Planowanie (ang. plan). Proces planowania odnosi się do rozwoju i ustalenia kierunków działania, które reprezentują przeznaczenie zasobów projektowanego łańcucha dostaw zgodnie z postawionymi wymaganiami.
2. Badanie (ang. research). Proces ten zawiera identyfikację i podział badań, uzyskiwanie i syntetyzowanie informacji oraz ocenę i prezentowanie lub archiwizowanie wyników badań. Obejmuje identyfikację zasobów łańcucha, sposobów ich pozyskiwania i sprawdzanie zgodności materiałów/produktów z wymaganiami.
3. Projektowanie (ang. design). Proces projektowania grupuje działania mające na celu odnowienie produktu w zakresie: definicji, kreowania, analizy, testowania oraz przedstawienie kształtu, dopasowania i funkcji istniejącego produktu. Zawiera też przegląd i modyfikację procesów zaopatrzenia, produkcji, serwisowania, a także likwidację zbędnych procesów.
4. Integrowanie (ang. integrate). Proces ten obejmuje prezentację odnowionych produktów i zdefiniowanie nowych produktów w łańcuchu dostaw w celu przygotowania dokumentacji dla komórek wsparcia operacyjnego i marketingu.
5. Zmiana (ang. amend). Proces zmiany polega na zbieraniu i analizowaniu wyników oraz sprzężeniu zwrotnym zaprojektowanego produktu w porównaniu z dotychczas wytwarzanymi produktami.

Kategorie procesów w modelu SCOR koncentrują się wokół produktów składowanych w magazynie (ang. stocked product), przygotowywanych na zamówienie (ang. make-to-order product) i projektowanych na zamówienie (ang. engineer-to-order product). Natomiast w modelu DCOR, w ramach procesu badania, projektowania i integracji, wewnętrzna struktura skupia się na trzech obszarach: odnowieniu produktu, nowym produkcie i nowej technologii. Warto zaznaczyć, że te trzy elementy różnią się w poszczególnych branżach. Przykładowo, odnowienie produktu zależy od jego specyfiki. W branży motoryzacyjnej ulepszenie istniejącego produktu (np. modelu samochodu) może trwać nawet 15 miesięcy, a w branży elektronicznej 3-4 miesiące.

Ograniczenia modelu DCOR

Model DCOR, niezależnie od swojego znacznego wkładu do rozwoju teorii i praktyki zarządzania łańcuchem dostaw, ma pewne ograniczenia. Ma on przede wszystkim na celu projektowanie łańcucha dostaw, a nie konfigurowanie przepływów rzeczy, informacji i środków finansowych w sieci przedsiębiorstw. Samo projektowanie z definicji obejmuje opracowanie planu, pomysłu, propozycji, szkicu itp.²²⁷, co oznacza, że jest pojęciem pierwotnym w stosunku do konfigurowania. Aby móc konfigurować łańcuch dostaw w sieci przedsiębiorstw, trzeba najpierw zaprojektować taką sieć.

Z uwagi na duże nakłady finansowe i czas poświęcony na wprowadzanie zmian, zaprojektowany łańcuch dostaw według metodyki DCOR powinien wystarczyć na dłuższy okres. Niemożliwe są zatem dynamiczne zmiany dostosowujące się do nowych sytuacji i pojedynczych transakcji. Ponadto model ten, podobnie jak SCOR, przeznaczony jest dla dużych przedsiębiorstw i wymaga sporego zaangażowania nie tylko pracowników pojedynczej organizacji, ale także wszystkich członków tworzących łańcuch dostaw. Potrzebna jest również bardzo dobra znajomość różnych instrumentów zarządzania logistyką i łańcuchem dostaw.

Mimo odwołań do wielu najlepszych praktyk biznesowych, opisu procesów biznesowych i przedstawienia wielu mierników efektywności operacyjnej, model DCOR jest bardzo ogólny, co powoduje, że poziom implementacji jest bardzo trudny, ponieważ wymaga odpowiedniego uszczegółowienia. Każda firma, która chce zaprojektować łańcuch dostaw, musi rozszerzyć model co najmniej do czwartego poziomu, stosując specyficzne dla danej organizacji procesy i praktyki.

²²⁷ Słownik Języka Polskiego, Wydawnictwo Wilga.

Model DCOR nie dostarcza informacji, jakich zmian trzeba dokonać, jednakże umożliwia zidentyfikowanie słabych ogniw w łańcuchu dostaw. Dzięki temu można wprowadzić odpowiednie usprawnienia w realizacji określonego łańcucha. Model pokazuje więc, co należy robić, żeby prawidłowo zaprojektować łańcuch dostaw, ale nie wskazuje, jak to dokładnie zrobić.

3.5.2. Konfigurowanie łańcucha dostaw przy użyciu koncepcji BPR

W przypadku ponownego konfigurowania łańcucha dostaw pomocna może być koncepcja reengineeringu, czyli restrukturyzacji procesów biznesowych (BPR, ang. business process reengineering), która zakłada zerwanie z zasadami dotychczas obowiązującymi w organizacji, w celu przygotowania się do konkurencji w globalnym świecie. *BPR* polega na fundamentalnym przemyśleniu od nowa i radykalnej zmianie procesów w przedsiębiorstwie, której najważniejszym zadaniem jest zadowolenie klientów zarówno wewnętrznych, jak i zewnętrznych.²²⁸ Mimo że dużo wcześniej, przed powstaniem tej koncepcji, przedsiębiorstwa dostrzegały potrzebę zajmowania się klientem jako niezbędnym uczestnikiem łańcucha wartości, to klient był często traktowany tylko jako ostatnie ogniwo. „Obecnie staje się on kreatorem wartości, którą finalnie otrzymuje, wprowadzając do wnętrza organizacji relacje rynkowe. Pojęcie klienta i związany z tym charakter relacji dostawca-odbiorca uwrażliwiają wszystkich członków przedsiębiorstwa na znaczenie umiejętności rozpoznawania jego potrzeb”.²²⁹ Nadanie więc priorytetowego znaczenia klientowi w relacjach zewnętrznych i wewnętrznych staje się trwałym elementem zarządzania nowoczesną firmą i decyduje o strukturze konfigurowanego łańcucha dostaw. Wszystkie cele i strategie działania muszą być więc prowadzone z uwzględnieniem potrzeb klientów.

Kolejnym postulatem BPR jest przedstawienie działalności przedsiębiorstw jako biznesu zorientowanego na procesy, czyli coś więcej niż zbioru pojedynczych zadań. BPR różni się od podejść do zarządzania jakością, takich jak: TQM, ISO 9000 itd., które odnoszą się do programów i działań podnoszących „górną poziom” wydajności istniejących już procesów z unormowanymi podstawami. BPR przeważnie wpływa na „dolny poziom” wydajności przez przeprojektowanie lub zaproponowanie zupełnie nowych procesów.²³⁰ Kluczem do sukcesu BPR jest więc oparcie działania przedsiębiorstwa na procesach

²²⁸ Hammer M., Champy J., *Reengineering w przedsiębiorstwie*, Neumann Management Institute, Warszawa 1996, s. 46; Szymanowski W., *Modelowanie projektowania łańcuchów... op. cit.*, s. 18.

²²⁹ Grajewski P., *Organizacja procesowa*, Wydawnictwo PWE, Warszawa 2007, s. 47.

²³⁰ Kale V., *SAP R/3. Przewodnik dla menadżerów*, Wydawnictwo Helion, Gliwice 2001, s. 132.

konfigurowanych w taki sposób, aby maksymalnie skracać czas niezbędny do ich przeprowadzenia.

Na przestrzeni lat reengineering ewoluował i w efekcie powstała koncepcja, umożliwiająca przeprojektowywanie procesów w ramach kilku organizacji. Było to możliwe za sprawą pojawienia się technologii informacyjnych, które ułatwiły komunikację i wymianę informacji między przedsiębiorstwami.²³¹ Tym kolejnym poziomem ewolucji BPR jest X-engineering. Polega on na osiąganiu poprawy wyników dzięki zastosowaniu technologii informacyjnej w przeprojektowywaniu procesów wychodzących poza pojedynczą organizację. *X-engineering* jest określany jako „filozofia, sztuka i nauka używania technologii informatycznych, która umożliwia procesom gospodarczym powiązanie jednych biznesów z innymi, a także firmom z ich klientami, aby osiągnąć radykalne postępy w produktywności i stworzyć nową wartość dla wszystkich zaangażowanych w te procesy”.²³² X-engineering ma więc za zadanie niwelować nieefektywność i multiplikowanie się procesów na styku firm, dając w rezultacie oszczędności i całkowicie nowe możliwości współpracy. Jest to możliwe dzięki spójności, czyli harmonii procesów w skali ponadorganizacyjnej. Harmonizacja ta polega na tworzeniu reguł i systemów podobnych do siebie lub wzajemnie zgodnych w różnych współpracujących ze sobą podmiotach.²³³

Ograniczenia koncepcji BPR

Reengineering, podobnie jak model DCOR, nie podaje gotowych recept postępowania. Jest bardzo ogólną koncepcją i skupia się bardziej na technologii i efektywności, niż na ludziach i ich kompetencjach. Dopiero w X-engineeringu zwrócono uwagę na kapitał intelektualny. Zarówno reengineering, jak i X-engineering wymagają radykalnych przemysłów i gruntownych zmian.²³⁴ Pozostaje jednak pytanie, czy rewolucyjne podejście jest zawsze potrzebne i możliwe do realizacji, zwłaszcza w sieci przedsiębiorstw, które obejmują wiele podmiotów o rozbudowanej strukturze i skomplikowanych relacjach.

²³¹ Cellary W., Walczak K., Wieczerzycki W., *Using Intranet Technology to Business Process Re-engineering*, w: *International Conference on Business Information Systems BIS'97*, red. Abramowicz W., Poznań 1997. s. 105-114.

²³² Champy J., *X-engineering przedsiębiorstwa. Przemysł swój biznes w erze cyfrowej*, Wydawnictwo Placet, Warszawa 2003, s. 8.

²³³ Grajewski P., *Organizacja... op. cit.*, s. 102.

²³⁴ Champy J., *X-engineering... op. cit.*, s. 17.

3.5.3. Inne koncepcje

Na uwagę zasługują jeszcze inne koncepcje, których szczegółowy opis, z uwagi na ograniczoną długość tej rozprawy, pominięto. Są to między innymi: zasada ciągłego ulepszania, która bazuje na cyklu Deminga, i koncepcja przebudowy łańcucha dostaw sformułowana przez J.B. Ayersa.²³⁵ Ta pierwsza opiera się na czterech następujących po sobie w porządku logicznym działaniach (planuj, wykonaj, sprawdź, działaj), a ta druga na trzech etapach (projektowanie koncepcji, projekt szczegółowy, wdrożenie).²³⁶ Warto jednak zauważyć, że te koncepcje są również bardzo ogólne i dotyczą bardziej strategicznych niż operacyjnych aspektów zarządzania łańcuchem dostaw.

3.6. Schemat analityczny konfigurowania łańcucha dostaw

Z przedstawionych wyżej rozważań wynika, że do tej pory nie opracowano schematu teoretycznego ze zbiorem założeń, definicji i zależności przyczynowo-skutkowych, który kompleksowo pokrywałby wszystkie aspekty decyzyjne konfigurowania łańcucha dostaw (patrz podrozdz. 3.2), a w szczególności wspomagałyby podejmowanie tych decyzji. Istnieje więc luka, którą należy zagospodarować. W dalszej części rozprawy zaproponowano schemat analityczny i metodykę konfigurowania łańcucha dostaw.

W schemacie analitycznym należy określić cechy lub zmienne opisujące konfigurowanie łańcucha dostaw i przedstawienie zależności między nimi. W tym celu skorzystano z modeli i koncepcji, które zostały przedstawione w poprzednim podrozdziale. Wybrano te elementy, które są najbardziej istotne dla konfigurowania łańcucha dostaw. Przykładowo, część z zasad podejścia BPR można bezpośrednio zaadaptować i przenieść na grunt łańcuchów dostaw, a mówiąc konkretniej na sieć przedsiębiorstw, w której powstają łańcuchy dostaw. Zaproponowane podejście zostało zilustrowane na rys. 3.1.

Jak widać na przedstawionym rysunku, w przypadku konfigurowania łańcucha dostaw, ważnych jest wiele czynników i czynności. Poniżej zostały one szczegółowo opisane, część w formie pewnych stwierdzeń i prawidłowości, a część w formie zasad i postulatów.

Wskazanie teorii

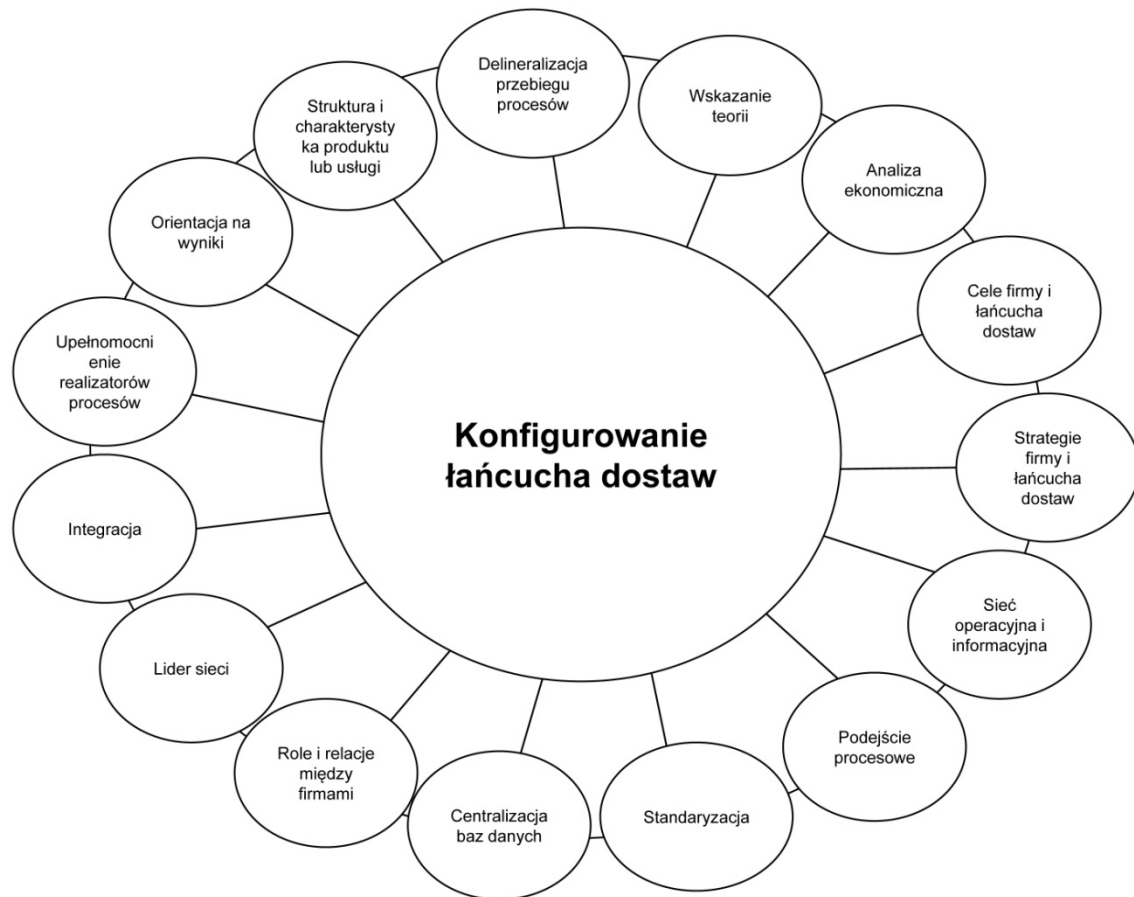
W pierwszym kroku należy określić przydatność i dokonać wyboru odpowiedniej teorii spośród

²³⁵ Ayers J.B., *Handbook of Supply Chain Management*, St. Lucie Press, London, New York 2001.

²³⁶ Szymanowski W., *Rules for modeling and redesigning supply chains*, „LogForum” 2006, vol. 2, no. 2, s. 1;

Szymanowski W., *Modelowanie projektowania łańcuchów... op. cit.*, s. 19-20.

przedstawionych w podrozdz. 3.3. Może to być jedna lub kilka teorii jednocześnie, w zależności od kategorii, do której należą dane decyzje dotyczące konfigurowania łańcucha dostaw (patrz podrozdz. 3.2).



Rys. 3.1. Schemat analityczny do konfigurowania łańcucha dostaw

Źródło: Opracowanie własne.

Analiza ekonomiczna

Schemat analityczny stosowany w logistyce obejmuje różne poziomy analizy ekonomicznej. Łańcuchy dostaw muszą być analizowane łącznie na poziomie mikro-, mezo- i makroekonomicznym oraz globalnym.²³⁷

Cele firmy i łańcucha dostaw

Przedsiębiorstwa, które budują łańcuch dostaw i na niego wpływają, mają swoje własne cele. Jeśli stają się one uczestnikami łańcucha dostaw, to ich cele mogą pozostawać w konflikcie z innymi przedsiębiorstwami, a próba ich osiągnięcia może być niekorzystna dla pozostałych

²³⁷ Ciesielski M., *Poziomy analizy w logistyce... op. cit.*, s. 3-4.

członków łańcucha. Przykładowo, cel polegający na minimalizacji kosztów w jednym podsystemie może być niezgodny z maksymalizacją różnorodności produktu w innym podsystemie. Znalezienie odpowiedniego kompromisu między rozbieżnymi celami staje się więc ważkim problemem.

Strategie firmy i łańcucha dostaw

Zarówno strategie pojedynczych przedsiębiorstw, jak i całych łańcuchów dostaw determinuje sposób konfigurowania tego łańcucha. Przykładowo, „...w analizie łańcuchów dostaw ważne jest uwzględnienie zjawiska powszechnej presji cenowej, która zmusza liderów łańcuchów dostaw do ciągłego dążenia do obniżki cen, nawet wtedy, gdy strategia konkurencyjna jest ukierunkowana przede wszystkim na takie cechy, jak jakość czy czas dostawy”.²³⁸

Sieć operacyjna i informacyjna

Należy określić liczbę rzędów występujących w sieci przedsiębiorstw, zakres ich działalności, układ sieci, formy własności, lokalizację infrastruktury logistycznej, produkcyjnej, informatycznej itp. Trzeba również przygotować koncepcję przepływu materiałów, który obejmuje czynności dodające i niedodające wartości, procesy, poziomy elastyczności i dynamikę sieci (np. sposoby uzupełniania zapasów) oraz przepływu informacji. Brak dostępności danych może być poważną przeszkodą, w szczególności w przypadku nowo zaprojektowanego łańcucha dostaw.

Podejście procesowe

Zarządzanie procesowe koncentruje się na przepływie pracy przez organizację, która rozpoczyna się od momentu powstania potrzeby klienta, a kończy na otrzymaniu przez niego gotowego produktu lub usługi, zgodnie z postawionymi wymaganiami. Przedsiębiorstwo zarządzane procesowo zna swoje procesy biznesowe i dokładnie wie, jaki jest ich przebieg oraz systematycznie dąży do doskonalenia tych procesów.²³⁹ Traktowanie działań i przepływów towarów realizowanych w sieci przedsiębiorstw jako procesów umożliwia ich diagnozowanie, a następnie restrukturyzację. Kluczem do sukcesu jest więc przekonanie partnerów i klientów, żeby przyłączyli się do wspólnej zmiany procesów, które ich łączą.

²³⁸ Ibidem.

²³⁹ Anders A., *Zarządzanie procesowe i mapowanie procesów biznesowych*, w: *Instrumenty zarządzania łańcuchami dostaw*, red. Ciesielski M., Wydawnictwo PWE, Warszawa 2009, s. 206-207.

Standaryzacja

W literaturze mówi się o łączności (ang. connectivity), która jest niezbędna na całej długości łańcucha dostaw – od dostawcy, przez producenta, aż do końcowego użytkownika. „Aby osiągnąć poziom łączności procesów konieczny jest, dla pełnego i bezproblemowego przepływu informacji, produktów i pieniędzy, pewien stopień standaryzacji.”²⁴⁰ Przedsiębiorstwa, które współdziałają z innymi firmami, muszą tak projektować swoje procesy, aby były one spójne nie tylko wewnątrz organizacji, ale także na styku z innymi. Dzięki temu klienci i partnerzy wiedzą, czego mogą się po nich spodziewać. Standaryzacja w łańcuchach dostaw ma na celu ujednoczenie działań, czynności i postępowania według tych samych zasad, które są obowiązujące dla wszystkich członków łańcucha dostaw. Również standaryzacja technologii jest potrzebna po to, aby organizacje mogły się ze sobą swobodnie komunikować.

Centralizacja bazy danych

Informacje generowane w różnych ogniwach łańcucha dostaw powinny być przekazywane, zapisywane i gromadzone w jednej, ogólnie dostępnej dla uczestników danej sieci przedsiębiorstw bazie danych. Powszechny dostęp do danych (oczywiście z różnym poziomem dostępności) jest warunkiem sprawnego transferu wiedzy między członkami łańcucha dostaw. Umożliwia on też korygowanie własnych działań dzięki wglądowi w działania innych podmiotów (patrz więcej punkt 3.7.2).

Role oraz relacje między dostawcami i odbiorcami

Zadanie to polega na określeniu: relacji zachodzących między poszczególnymi rzędami, roli partnerów i form współpracy (dominacja, partnerstwo) (patrz więcej podrozdz. 1.2).

Lider sieci

Należy wyłonić lidera, który zintegruje rozproszoną przestrzennie sieć przedsiębiorstw. Lider zarządza przepływem rzeczy, informacji i środków finansowych wzdłuż takiej sieci. Jest on odpowiedzialny za dobór uczestników sieci i budowanie odpowiednich relacji z nimi. Ustala cele i zadania mające prowadzić do ich osiągnięcia oraz stymuluje rywalizację między kooperantami. Nie chodzi tu bynajmniej o nastawianie przeciwko sobie swoich dostawców, ale

²⁴⁰ Champy J., *X-engineering... op. cit.*, s. 101-102.

stworzenie klimatu konkurencji. Lider może pełnić rolę orkiestratora sieci²⁴¹, który dzieli zadania na części i zleca je pozostałym firmom znajdującym się w różnych miejscach. W sieci kierowanej przez takiego lidera panują stosunki otwarte, przyjazne, oparte na obustronnym zaufaniu. Jednakże lider może nie tylko rozwijać sieć, ale także likwidować jej fragmenty lub dążyć do całkowitej jej przebudowy.

Integracja

Kolejnym, ważnym czynnikiem w konfigurowaniu łańcucha dostaw jest integracja przedsiębiorstw, która dotyczy zarówno procesów, jak i systemów informacyjnych. Ma ona na celu takie zespolenie procesów i systemów, aby zautomatyzować pewne czynności wykonywane w łańcuchu dostaw i umożliwić wzajemne korzystanie ze swoich zasobów. Realizacja integracji jest utrudniona przez zakodowaną nieufność wśród przedsiębiorstw i konkurencyjny charakter stosunków między dostawcą i odbiorcą. „Zwłaszcza w dobie nadwyżki podaży nad popytem większa siła przetargowa pozostaje po stronie kupującego. Dostawca jest świadomy, iż odkrywanie się z wielkością zapasu, wolnymi mocami produkcyjnymi, czy też z kalkulacją technicznego kosztu wytworzenia, może być wykorzystane przeciwko niemu samemu przez większą presję na obniżenie ceny albo wręcz szantaż.”²⁴² Poufność informacji jest zatem ważnym aspektem konfigurowania łańcucha dostaw. Integracja przedsiębiorstw może odbywać się zgodnie z podejściem modułowym, a konkretnie z jedną z jej trzech strategii – dostrojenia do modułu, która polega na koncentracji na podstawowej części łańcucha wartości i jak najlepszym dostrojeniu (dopasowaniu) pozostałych elementów.²⁴³ W tym przypadku dostawcy kolejnych rzędów dostrajają się do procesów i systemów informacyjnych lidera sieci.

Upewnienie realizatorów procesów

Decyzje powinny być podejmowane w miejscu realizacji procesu, a lider skonfigurowanego łańcucha dostaw zachowuje jedynie prawo do kontroli decyzji. Upoważnienie podmiotów w zakresie podejmowania decyzji dotyczących zarówno przebiegu procesu, jak i rozwiązywania

²⁴¹ Fung V. K., Fung W. K, Wind Y., *Konkurowanie w płaskim świecie*, Wydawnictwa Akademickie i Profesjonalne, Warszawa 2008, s. 28-31.

²⁴² Urbańczyk T., *Sieci dostaw*, w: *Logistyka w biznesie*, red. Ciesielski M., Wydawnictwo PWE, Warszawa 2006, s. 189.

²⁴³ Ciesielski M., *Problemy analizy strategii globalnych łańcuchów dostaw*, <http://www.scf.pl>, dostęp 20.03.2009.

problemów z tym związanych jest warunkiem koniecznym sprawnego działania łańcucha dostaw.²⁴⁴

Nastawienie na wyniki, a nie zadania

Niezmiernie ważne jest łączenie odpowiedzialności, która w łańcuchu dostaw rozprasza się między różnymi przedsiębiorstwami. Za wynik końcowy odpowiedzialny może być jeden uczestnik łańcucha dostaw, który kontroluje proces od początku do końca. Powinien nim być lider sieci. Jest to korzystne z perspektywy interesu klienta, który we wszystkich ważnych dla niego sprawach kontaktuje się z jednym ogniwem łańcucha dostaw.²⁴⁵

Struktura i charakterystyka produktu lub usługi

Przedsiębiorstwa biorące udział w łańcuchu dostaw muszą znać strukturę i charakterystykę produktu lub usługi, która zawiera między innymi: skład (komponenty, montaż, modularność), sposoby uzupełnienia zapasu (np. produkt przygotowywany na zamówienie lub do magazynu, produkt do zaprojektowania), liczbę pozycji asortymentowych, zapasy wyrobów gotowych, rozwój produktów i ich serwisowanie.

Delinearyzacja przebiegu procesów

Równoległe przebiegające procesy można koordynować w czasie ich wykonywania. Trzeba więc tak zbudować sieć i połączenia między nimi, aby było jak najmniej procesów sekwencyjnych. Jest to możliwe dzięki zastąpieniu ich równoległą w czasie realizacją. Odejście od sekwencyjności umożliwia skracanie czasu wykonania procesów, a tym samym skraca łańcuch dostaw. Takie możliwości dają nowoczesne technologie informacyjne, dzięki którym procesy mogą być na bieżąco monitorowane, a podejmowane działania są koordynowane w czasie rzeczywistym.

Warto zauważyć, że przedstawiony schemat jest na tyle ogólny, że można go z powodzeniem stosować w różnych sieciach przedsiębiorstw – niezależnie od branży, którą reprezentują. Dysponując przedstawionymi wyżej zasadami i wskazówkami można przystąpić do budowania łańcucha dostaw w sieci przedsiębiorstw. Do realizacji tego zadania, w

²⁴⁴ Ibidem.

²⁴⁵ Hammer M., Champy J., *Reengineering w przedsiębiorstwie... op. cit.*, za: Grajewski P., *Organizacja... op. cit.*, s. 99.

odczuciu autora, przydatna jest zaproponowana w kolejnym podrozdziale metodyka konfigurowania łańcucha dostaw.

3.7. Metodyka konfigurowania łańcucha dostaw

Proponowana metodyka konfigurowania łańcucha dostaw bazuje na pewnych elementach przedstawionych wcześniej modeli i koncepcji (m.in. DCOR, BPR, PDCA) (patrz podrozdz. 3.5) oraz zaprezentowanego schematu analitycznego (patrz podrozdz. 3.6). Składa się ona z następujących etapów:

1. Mapowanie sieci przedsiębiorstw (patrz punkt 3.7.1).
2. Usprawnianie procesów (patrz punkt 3.7.2).
3. Projektowanie i budowanie architektury informatycznej (patrz punkt 3.7.3).
4. Identyfikowanie kosztu i czasu przepływu rzeczy w sieci przedsiębiorstw (patrz punkt 3.7.4).
5. Dobieranie partnerów do łańcucha dostaw (patrz punkt 3.7.5).

3.7.1. Mapowanie sieci przedsiębiorstw

Jak zauważono w podrozdz. 1.1, każdy łańcuch dostaw jest osadzony w ramach większego systemu. Na system ten składa się sieć przedsiębiorstw, między którymi odbywają się przepływy i które charakteryzują się różnymi procesami. Przed realizacją konfiguracji łańcucha dostaw należy więc najpierw zaprojektować od nowa albo zrobić mapę procesów istniejącej sieci przedsiębiorstw.

W pierwszym przypadku lider buduje sieć, którą ma nadzorować. Budowa sieci jest uzależniona od szeregu powiązań organizacji z otoczeniem. Sieć obejmuje kilka rzędów dostawców, którzy są odpowiedzialni za konkretne działania (dostawcy surowców, półproduktów, gotowych produktów itp.). Taka sieć ma swoje odzwierciedlenie w systemie informatycznym (patrz punkt 3.7.3). W drugim przypadku lider bazuje na sieci, która została już wcześniej zbudowana.

Projektując nową sieć, jak i opierając się na istniejącej już sieci, należy wziąć pod uwagę, takie kwestie jak:

- relacje, które obejmują podmioty podejmujące decyzje i inne zaangażowane strony,
- przepływ rzeczy, zawierający operacje w ramach przedsiębiorstw i między nimi,
- przepływ informacji, obejmujący dane potrzebne do przepływu tych rzeczy.

W podejściu procesowym wszystkie te aspekty powinny być brane pod uwagę łącznie. Trzeba przeanalizować relacje, które zachodzą między danym podmiotem a jego dostawcami, odbiorcami, podwykonawcami ale także konkurentami. Wymaga to zaangażowania wszystkich uczestników łańcucha dostaw, ale także pracowników tych przedsiębiorstw. Podobnie jest z przepływem rzeczy i informacji.

Pozostaje jednak pytanie, jak przedstawić graficznie te relacje i przepływy. W tym celu wykonuje się tzw. fotografię sieci, w wyniku której powstaje mapa. Taka *mapa* jest modelem reprezentującym rzeczywistość, która obrazuje przepływ pracy, rzeczy, informacji i wartości dodanych oraz powiązania między firmami.

Zbudowana mapa dostarcza wiele istotnych informacji o kolejnych ogniwach w sieci. Mapa umożliwia lepszą wizualizację sieci przedsiębiorstw, strukturę, zależności między nimi oraz prześledzenie i zrozumienie przebiegu procesów.²⁴⁶ Dzięki niej możliwa jest ocena i ulepszanie funkcjonowania sieci, a tym samym budowanych w jej ramach łańcuchów dostaw.

Mapa sieci przedsiębiorstw powinna wskazywać kolejne ogniwa wychodzące poza dostawców pierwszego rzędu w kierunku dostawców surowców, bądź poza bazę odbiorców w kierunku ostatecznych użytkowników. Na potrzeby tej rozprawy przyjęto otwartość między firmami, które ze sobą współdziałają w sieci. Aby osiągnąć korzyści ze współpracy i efekt synergii, poszczególne przedsiębiorstwa muszą dzielić się informacjami, udostępniać dane dotyczące procesów – oczywiście tych, które są niezbędne do podjęcia i podtrzymywania kooperacji. Dzięki temu można zidentyfikować i eliminować przy niewielkim nakładzie pracy działania niedające wartości dodanej, zbędne etapy procesu i źródła marnotrawstwa, a tym samym efektywniej wykorzystać zasoby.

Przygotowanie mapy sieci przedsiębiorstw może być kłopotliwym zadaniem. Lider sieci może mieć setki dostawców (a ci z kolei setki poddostawców itd.) i setki odbiorców, którzy sprzedają dalej swoje produkty. Przedstawienie takiej sieci na jednej mapie jest dość trudne. Dlatego sieć musi być budowana z osobna dla odpowiednich produktów lub grup produktowych. Można też przyjąć odpowiednie kryteria (wielkość obrotów, doświadczenie, liczba przeprowadzonych transakcji itp.) i dzięki temu ograniczyć liczbę dostawców ujętych na mapie sieci.

²⁴⁶ Peppard J., Rowland P., *Re-engineering*, Gebether & Ska, Warszawa 1997, s. 210; Anders A., *Zarządzanie procesowe i mapowanie procesów...* op. cit. s. 216.

3.7.2. Usprawnianie procesów

Istotnym aspektem zarządzania logistycznego i łańcuchem dostaw jest dążenie do doskonałości, które polega na ciągłym usprawnianiu procesów przedsiębiorstwa z uwzględnieniem cech krytycznych dla jakości, kosztów i czasu realizacji dostaw, elastyczności itp. Przyczyny podejmowania przedsięwzięć usprawniających procesy logistyczne mogą być różne, na przykład rosnące wymagania klientów i zmiany zachodzące w otoczeniu, czy rezultaty benchmarkingu, wyniki przeprowadzonego audytu lub realizacja nowej strategii. We wszystkich wspomnianych przypadkach konieczne jest usprawnienie procesów tak, aby w pełni spełniały one postawione wymagania przy możliwie najniższych kosztach.²⁴⁷

Opisane w punkcie 3.7.1 mapowanie umożliwia nie tylko wdrożenie procesowej struktury w organizacji, ale także lepsze zrozumienie obecnych procesów i wyeliminowanie lub uproszczenie tych, które wymagają zmiany, lub ich udoskonalenie.²⁴⁸ Dysponując mapą stanu aktualnego (ang. as is) sieci przedsiębiorstw, należy opracować mapę z tzw. stanem pożądanym (ang. to be).

Lider sieci, mając opisane procesy i ich obraz w postaci mapy, może je przeprojektowywać. Należy to jednak robić stopniowo, aby nie zakłócić bieżącego funkcjonowania sieci i przedsiębiorstw wchodzących w jej skład. Przedsiębiorstwo flagowe powinno w pierwszej kolejności zacząć od swojej organizacji, włączając w to filie, a potem dodawać blisko współpracujące przedsiębiorstwa, w kolejnym kroku następne itd., aż do wypełnienia całej sieci. Dokonując usprawnień, trzeba zacząć od partnerów, którzy są najbardziej otwarci na zmiany. Jeśli zostanie odniesiony sukces, to łatwiej będzie przekonać pozostałe, bardziej sceptyczne przedsiębiorstwa do wprowadzenia usprawnień.

Trzeba jednak pamiętać, że z uwagi na to, że procesy tworzą sieć powiązanych ze sobą zależności, zmiana konfiguracji jednego procesu, dokonana na przykład pod wpływem nowych oczekiwań klientów, może oddziaływać na przebieg innych, mniej lub bardziej powiązanych procesów.²⁴⁹ Kupujący, dokonując zamówienia na produkt lub usługę, uruchamia ogromny system zależności. Składowe elementy wykonywane są bowiem przez wiele różnych organizacji w odpowiedniej kolejności. Efekt końcowy zależy więc od wyników pracy wszystkich uczestników sieci.

²⁴⁷ Kawa A., Solecki B., Śliwka R., *Efektywność projektów usprawniających procesy logistyczne mierzona za pomocą wskaźnika głównego i wskaźnika pomocniczego*, w: *Zarządzanie projektami logistycznymi*, red. Witkowski J., Skowrońska A., Prace Naukowe, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław 2008, s. 38-39.

²⁴⁸ Anders A., *Zarządzanie procesowe i mapowanie.... op. cit.*, s. 216.

²⁴⁹ Grajewski P., *Organizacja... op. cit.*, s. 103-104.

Efektywność łańcuchów dostaw należy mierzyć i porównywać z innymi konkurującymi łańcuchami z tej samej lub innej sieci przedsiębiorstw. W tym przypadku najlepiej swoje zadanie realizują kluczowe wskaźniki wydajności z modelu SCOR (patrz podrozdz. 1.5).

3.7.3. Projektowanie i budowanie architektury informatycznej

Pierwotnym wobec przepływu materiałowego jest zawsze przepływ informacji. Warto o tym pamiętać, bo ta zależność ma swoje konsekwencje w konfigurowaniu łańcucha dostaw. Tradycyjnie, w momencie zainicjowania przez klienta kupna produktu lub usługi, w sieci przedsiębiorstw uruchamiany jest długotrwały proces zbierania informacji. W pierwszym kroku firma przyjmująca zlecenie bezpośrednio od klienta sprawdza swoje zdolności produkcyjne, następnie kontaktuje się z dostawcami drugiego rzędu, aby sprawdzić ich aktualne zapasy i uzyskać informacje o czasie wykonania półproduktów. Z kolei dostawca drugiego rzędu postępuje w podobny sposób, tak samo dostawca trzeciego, i tak aż do początku łańcucha dostaw. Im bardziej proces produkcyjny i logistyczny jest złożony oraz zindywidualizowany (dostosowany do specyfiki klienta), tym dłuższy jest czas pozyskiwania i przekazywania informacji oraz większe prawdopodobieństwo jej zniekształcenia, co w konsekwencji może prowadzić do nieterminowej realizacji zlecenia i przejścia klienta do konkurencji. Jeśli nie wykorzystuje się do tego procesu kompleksowych rozwiązań informatycznych, to ryzyko powstawania błędów w przekazywanych informacjach przez kolejne ogniwa jest bardzo duże. Dodatkowo, ze względu na długi czas pozyskiwania informacji, mogą one ulegać dezaktualizacji i być po pewnym czasie całkowicie nieprzydatne.

Jak podkreślono w rozdziale drugim, na efektywność funkcjonowania sieci, a tym samym powstających w jej ramach łańcuchów dostaw, wpływa poprawne zorganizowanie przepływu informacji. Po stronie dostawców są to informacje dotyczące stosowanej technologii, struktury wyrobów, kosztów wytworzenia, wielkości obrotów i realizowanego zysku. Natomiast po stronie odbiorców informacje odnoszą się do znajomości procesów podejmowania decyzji o zakupach, oczekiwań i potrzeb dotyczących obsługi, specyfiki produkcji/technologii, sezonowości, wielkości sprzedaży, a także ofert konkurencji. W proces sprzedaży może być również włączona dystrybucja. Trzeba wówczas znać sposób dotarcia do klienta i marżę, którą nalicza dystrybutor i lokalizację kluczowych klientów.²⁵⁰

Badania przeprowadzone wśród menedżerów pokazują, że firmy widzą potrzebę integrowania systemów informacyjnych w sieci przedsiębiorstw, zarówno z dostawcami jak i

²⁵⁰ Urbańczyk T., *Sieci dostaw... op. cit.*, s. 193.

odbiorcami oraz łatwego dostępu do informacji i jej szybkiego przepływu od klienta przez organizację do dostawcy, jak również w drugim kierunku.²⁵¹

Zaprojektowanie i zbudowanie architektury informatycznej, integrującej całą sieć przedsiębiorstw oraz dostarczającej bieżące informacje, wymaga jednak trochę wysiłku i czasu. System pracujący w takiej architekturze musi bardzo szybko reagować na zmiany popytu i innych czynników, ustawiając oraz dostosowując automatycznie plan produkcji i wysyłki wyrobów do kolejnego ogniwa w sieci.

Każdy dostawca musi więc dysponować informacją o tym, jaki produkt, w jakiej ilości, jakim środkiem transportu, w jakiej cenie itp. powinien dostarczyć swojemu odbiorcy. Dzięki temu zapasy, a tym samym koszty z nimi związane, mogą być znacznie ograniczone. Pozostaje bowiem bardzo ważna kwestia związana z poszczególnymi procesami technologicznymi, czasami operacji, kosztami przebrojenia, wielkością partii produkcyjnych, interwałami zleceń itp. Te wszystkie informacje powinny być zawarte w systemie informatycznym obsługującym sieć przedsiębiorstw. Warto jednak zaznaczyć, że takie ustalenia nie muszą być realizowane za każdym razem, gdy jest konfigurowany łańcuch dostaw. Wystarczy to zrobić przy budowaniu sieci i w określonych odstępach czasu te parametry aktualizować.

Za zaprojektowanie i zbudowanie lub zorganizowanie architektury integracji systemów informatycznych przedsiębiorstw będących uczestnikami sieci odpowiedzialny jest lider sieci. Musi on wspólnie z pozostałymi firmami określić parametry i wymagania stawiane takiemu systemowi. Jednakże lider powinien nie tylko zintegrować przepływ informacji z klientami i dostawcami, ale także musi zadbać o właściwy przepływ informacji między procesami sprzedaży, projektowania, produkcji i zakupów wewnątrz swojej organizacji. Jeśli firma nie wypracuje odpowiedniego systemu przetwarzania i przepływu informacji, nie tylko w całej sieci, ale przede wszystkim w swojej własnej strukturze, to z pewnością efektywność operacyjna łańcucha dostaw będzie bardzo niska.

Odpowiednio zaprojektowany system informatyczny powinien umożliwić wizualizację procesów zachodzących w budowanych łańcuchach dostaw. Przykładowo, przedsiębiorstwo powinno mieć wgląd do informacji o planowanych zleceniach swojego odbiorcy i jego zapasie, jak również informacje o realizacji zleceń i zapasach przez swoich dostawców. Dostęp do wizualizacji większej części sieci powinien być jednak różny w zależności od funkcji pełnionej w sieci przedsiębiorstw. Należy również pamiętać, że rodzaj informacji, jakie przedsiębiorstwa mogą udostępnić, zależy od kontekstu, czyli od relacji pomiędzy przedsiębiorstwem domagającym się informacji, a przedsiębiorstwem ją udostępniającym. Może być ono bowiem

²⁵¹ Urbańczyk T., *Sieci dostaw...* op. cit., s. 210-211.

w danym momencie czasowym partnerem biznesowym w jednej transakcji biznesowej, natomiast konkurentem w innej. Natomiast lider ma dostęp do wszystkich informacji dotyczących współpracy pomiędzy firmami i widzi całą sieć – od momentu pozyskania surowców do zakupu gotowego produktu przez ostatecznego klienta. Dzięki temu może on:²⁵²

- kontrolować realizację dostaw w całej sieci i podejmować działania korygujące przed wystąpieniem niekorzystnych skutków (np. w przypadku awarii maszyny, wadliwie wyprodukowanej partii produktów, uszkodzenia w transporcie),
- identyfikować i eliminować wąskie gardła procesów technologicznych, transportowych, magazynowych itp.,
- uzyskiwać informacje o możliwości zwiększenia mocy przerobowych w związku ze wzrostem popytu,
- koordynować przepływ rzeczy, informacji i środków finansowych,
- optymalizować procesy produkcyjne i logistyczne w różnych ogniwach sieci (np. przez uzgadnianie parametrów ilościowych w zakresie zapasów, wielkości produkowanych partii i dostaw, doboru środków transportu),
- dysponować wiedzą o całkowitym czasie i koszcie dostarczanego produktu lub usługi wraz z podziałem na poszczególne etapy technologiczne, transport i magazynowanie itp. oraz dostarczać je do ostatecznego klienta.

Realizacja przedstawionych zadań systemu informatycznego jest możliwa dzięki zastosowaniu technologii agentowej (patrz podrozdz. 2.7). Przy jej użyciu znacznie łatwiejsze staje się odzwierciedlenie rzeczywistego przebiegu procesów w systemie informatycznym, a poszczególne przedsiębiorstwa mogą automatycznie pozyskiwać informacje o zasobach i dobierać partnerów biznesowych do realizacji konkretnego zadania, w szczególności do budowy łańcucha dostaw.

Obecnie brakuje jednak rozwiązań (nawet z wykorzystaniem technologii agentowej), które obejmowałyby kompleksowo to zagadnienie.²⁵³ Istnieje zatem potrzeba opracowania

²⁵² Urbańczyk T., *Sieci dostaw... op. cit.*, s. 179.

²⁵³ Chiu M, Lin G., *Collaborative supply chain planning using the artificial neural Network approach*, "Journal of Manufacturing Technology Management" 2004, vol. 15. no. 8; Li H., Li Z., Kumar A., Lim Y. G., *Supply Chain Modelling – a co-ordination approach*, "Integrated Manufacturing Systems" 2002, vol. 13, no. 8; Piramuthu S., *Knowledge-based framework for automated dynamic supply chain configuration*, "European Journal of Operational Research" 2005, vol. 165; Dobrowolski G., Koźlak J., Nawarecki E., *Systemy agentowe w zarządzaniu sytuacjami kryzysowymi*, w: *Rozwój informatycznych systemów wieloagentowych w środowiskach społeczno-gospodarczych*, red. Ganzha M., Paprzycki M., Stanek S., Sroka H., Wydawnictwo Placet, Warszawa 2008; Appelqvist P., Lehtonen J.M., Kokkonen J., *Modelling in product and supply chain design: literature survey and case study*, "Journal of Manufacturing Technology Management" 2004, vol.15, no .7; Womer K., *Modeling the supply chain configuration problem with resource constraints*, "International Journal of Project Management" 2008, vol. 26.

modeli umożliwiających dynamiczne konfigurowanie i rekonfigurowanie łańcuchów dostaw, przeznaczonych często na potrzeby jednej transakcji. Takie rozwiązania zaproponowano i obszernie opisano w czwartym rozdziale tej rozprawy.

3.7.4. Identyfikowanie kosztu i czasu przepływu rzeczy w sieci przedsiębiorstw

Klient wybierając dany produkt chce go otrzymać jak najszybciej, w odpowiedniej jakości i po możliwie najniższym koszcie. Istotne jest więc prawidłowe identyfikowanie kosztów, w szczególności określenie miejsc ich powstawania. Niezmiernie ważna jest też optymalizacja kosztów sprzedawanego klientowi produktu, która obejmuje nie tylko koszty samego przedsiębiorstwa, ale także kalkulację kosztową kupowanych produktów od dostawców kolejnych rzędów. Dlatego organizacja, która chce zarządzać kosztami wytworzenia w całej sieci, powinna nie tylko kontrolować koszty ponoszone w swojej firmie, ale także przyglądać się kosztom po stronie dostawców, ich poddostawców itd.

Potrzebna jest zatem kalkulacja kosztów materiałów, półproduktów i produktów wytwarzanych przez dostawców kolejnych rzędów. Przydatne są tu instrumenty, które służą do precyzyjnego określenia kosztów i rentowności poszczególnych klientów, produktów, usług, dostawców, projektów, kontraktów, a nawet pojedynczych transakcji biznesowych. Do takich rozwiązań należy rachunek kosztów działań (ABC, ang. Activity Based Costing). W przeciwieństwie do tradycyjnego rachunku kosztów, umożliwia on przyczynowo-skutkowe przypisywanie kosztów i eliminuje uśrednianie oraz arbitralność w kalkulacji kosztów. Dzięki temu możliwe jest uzyskanie kompleksowych informacji o rentownych i nierentownych klientach, kanałach dystrybucji, regionach oraz segmentach klientów, produktów itp. Ponadto, łatwiejsze się stają: racjonalizacja portfela oferowanych produktów i usług, pomiar zdolności produkcyjnych zasobów oraz ich optymalizacja. Te wszystko przyczynia się do lepszego identyfikowania najbardziej opłacalnych konfiguracji całych łańcuchów, a lider sieci może zaprojektować budowę swoich wyrobów tak, aby ich koszt wytworzenia był jak najniższy, a ich jakość była na odpowiednim poziomie.

Warunkiem takiej identyfikacji jest znajomość technologii i specyfiki procesu wytwarzania wyrobów, cen surowców oraz kosztów robocizny u dostawców. Wiedza ta musi być wspólnie wykorzystywana przez specjalistów do spraw zakupów, konstruktorów, technologów, a nawet przez specjalistów do spraw sprzedaży, reprezentujących poszczególne przedsiębiorstwa z sieci. Dzięki temu zapewniona jest lepsza koordynacja działań i minimalizowanie błędnych decyzji, co w efekcie powoduje niższe koszty produkcji oraz dystrybucji produktów. O ile, jest to stosunkowo łatwe do realizacji w przypadku produktów, które składają się z małej liczby elementów, to sprawa się komplikuje przy zakupie

komponentów elektroniki (procesorów, układów scalonych, tranzystorów, itd.), czy też materiałów wykonywanych przy bardziej zaawansowanych technologiach.²⁵⁴

Warto również zwrócić uwagę, że część zasobów w łańcuchu dostaw jest duplikowana. Podczas ścisłej współpracy i właściwej konfiguracji, przedsiębiorstwa mogą wyeliminować tę nadmiarowość. Dodatkowo, efektywność łańcucha dostaw może zostać poprawiona przez właściwe określenie, które ogniwo ma wykonywać poszczególne funkcje. I nie powinno mieć tutaj znaczenia, że dana firma ma dostępne zasoby do wykonania określonego zadania, ważniejsze jest to, że inny podmiot w łańcuchu dostaw jest w stanie to zadanie wykonać lepiej.

Jak zaznaczono wcześniej, produkt przeznaczony do ostatecznego klienta jest projektowany, wytwarzany i zmieniany przez wiele organizacji, które są odrębne pod względem własnościowym i mają różne cele, stosują różne technologie produkcji itp. Wpływa to nie tylko na całkowity koszt jego sprzedaży, ale również na czas dostarczenia. Dostawa do klienta w ciągu 24, 48 czy 96 godzin determinuje zupełnie inne warunki dla członków sieci i w efekcie daje inny układ łańcucha dostaw. W wielu branżach (np. w motoryzacyjnej, elektronicznej, farmaceutycznej) szybkie reagowanie na potrzeby klientów jest kluczowe dla przetrwania łańcucha dostaw. Należy więc tak budować sieć przedsiębiorstw, aby w jej ramach była możliwa realizacja dostaw, która jest zgodna z postawionymi oczekiwaniami.

Często mówi się, że łańcuch jest taki silny jak jego najsłabsze ogniwo. Wynika to z jednej z cech łańcucha, jaką jest jego sekwencyjność (patrz podrozdz. 1.1). Należy więc czynić starania, aby ograniczać wąskie gardła, które mogą się przyczyniać do wydłużenia całego procesu dostawy. Można to osiągnąć między innymi przez zmianę zadania sekwencyjnego na równoległe. Jest to zgodne z zasadą delineralizacji procesów (patrz podrozdz. 3.5), według której trzeba zbudować sieć z jak najmniejszą liczbą procesów sekwencyjnych. Zależy to jednak od stopnia skomplikowania wyrobu oraz od stosunków panujących w sieci i przygotowania uczestników do integracji systemów informatycznych.

Wymaga się, aby każdorazowo po otrzymaniu zamówienia, w zależności od realnych możliwości produkcyjnych, klient był też informowany o planowanym terminie dostawy. Musi też dostać informacje o opóźnieniach. Jeśli odbiorca wie, że przesyłka nie zostanie dostarczona w określonym terminie, to ma czas na to, żeby zareagować, np. poszukać alternatywnego dostawcy. Lepsza jest bowiem zła informacja, niż brak jakiegokolwiek.

²⁵⁴ Urbańczyk T., *Sieci dostaw...* op. cit., s. 191.

3.7.5. Dobieranie partnerów do łańcucha dostaw

M.E. Porter zaznacza, że wybór dostawców, od których firma ma kupować produkty lub usługi, należy traktować jako decyzję strategiczną. Przedsiębiorstwo może bowiem poprawić swoją pozycję dzięki nawiązaniu współpracy z dostawcami dysponującymi najmniejszą siłą wywierania na nią negatywnego wpływu.²⁵⁵

Wiele przedsiębiorstw produkuje wyroby, które składają się z setek, a nawet tysięcy komponentów. To powoduje, że potencjalna liczba dostawców firmy może być bardzo duża. Przykładowo, odrzutowiec Boeing 777 jest montowany z 3 mln części, dostarczanych przez 900 dostawców z 17 krajów. Z kolei chińska sieć Li & Fung, globalny specjalista do spraw zarządzania łańcuchami dostaw, obejmuje ponad 5 000 podmiotów, z którymi firma współpracuje przy dostawie, produkcji i dystrybucji towarów do klientów w Europie i Stanach Zjednoczonych.²⁵⁶ Co ciekawe, jeśli do Li & Fung wpłynie dziś zamówienie na 300 000 męskich koszul z terminem dostawy za 1 miesiąc, to firma wyodrębni z większej sieci najlepszą grupę dostawców, żeby zrealizować to zamówienie w oczekiwanym czasie, zachowując oczywiście odpowiednią jakość wyrobów.²⁵⁷

Niezależnie od przytoczonych przykładów, niektórzy autorzy twierdzą, że obecnie występuje tendencja do ograniczania liczby dostawców, w skrajnych przypadkach nawet do „jednego źródła” (ang. single sourcing). Wyliczają oni nawet korzyści płynące z takiego podejścia. Są to między innymi: poprawa jakości, dzielenie się innowacjami, ograniczanie kosztów, integrowanie harmonogramów produkcji i dostaw.²⁵⁸ O ile można się zgodzić z wymienionymi korzyściami, to o wiele trudniej jest ten sposób postępowania zarekomendować wszystkim przedsiębiorstwom. Znane są bowiem fatalne skutki uzależnienia się od współpracy z jednym dostawcą.

Jednym z najczęściej przytaczanych przykładów w tym zakresie jest „przypadek Albuquerque”. Dwaj konkurenci – Nokia i Ericsson – współpracowali z firmą Philips Electronics, mającą zakład produkcyjny w Albuquerque w USA. W 2000 roku wskutek uderzenia pioruna zapaliła się fabryka i zostało zniszczonych większość części niezbędnych do produkcji telefonów komórkowych. Dla firmy Ericsson, która ze względu na przyjętą strategię, polegającą na współpracy tylko z jednym dostawcą, oznaczało to katastrofę i, jak się potem okazało, wielką, nie do odrobienia stratę. Nokia, która miała alternatywnych dostawców,

²⁵⁵ Porter M.E., *Porter o konkurencji*, Wydawnictwo PWE, Warszawa 2001, s. 35.

²⁵⁶ Schiller B., *European Business Forum*, no. 26, Autumn 2006.

²⁵⁷ Fung V. K., Fung W. K., Wind Y., *Konkurowanie... op. cit.*, s. 31-32.

²⁵⁸ Christopher M., *Logistyka i zarządzanie łańcuchem dostaw*, Wydawnictwo PCDL, Warszawa 2000, s. 230-231; Urbańczyk T., *Sieci dostaw op. cit.*, s. 175.

bardzo szybko poradziła sobie z sytuacją kryzysową i ostatecznie zwiększyła swój udział w rynku, wypierając swojego konkurenta – firmę Ericsson.²⁵⁹

Oczywiście, czasami nie ma innej drogi niż „single sourcing”. Występują sytuacje, w których firma jest uzależniona i skazana na wąską liczbę dostawców ze względu na licencje, patenty lub jedyne występujące na rynku źródło dostawy, co powoduje brak możliwości zmiany dostawcy .

Trudno jest jednoznacznie określić, z iloma dostawcami powinien współpracować dany odbiorca. Potwierdzają to wyniki przeprowadzonych badań – co trzecia firma nie uznaje żadnej generalnej zasady.²⁶⁰ Jest to zrozumiałe, ponieważ z jednej strony duża liczba dostawców zapewnia odbiorcy niższe ceny zakupu produktów, daje większe bezpieczeństwo i ogranicza ryzyko postojów produkcyjnych, ale z drugiej strony powoduje zwiększenie kosztów obsługi takiej współpracy (koszty utrzymania systemów informacyjnych, kontroli, poszukiwania źródeł zaopatrzenia, negocjacji, ustalania warunków współpracy, audytów itp.). Trzeba więc znaleźć granicę, w której marginalna korzyść uzyskana z tytułu niższej ceny zrównuje się z marginalnymi kosztami współpracy z dodatkowym dostawcą (patrz punkt 5.4.3). Jeśli te koszty są większe niż osiągnięta korzyść, to konieczna jest redukcja liczby dostawców i dobór takich, dla których wielkość obrotu będzie przedmiotem znacznego zainteresowania. Należy też pamiętać o ukrytych kosztach związanych z ograniczoną liczbą dostawców, takich jak koszty utraconych korzyści spowodowanych brakiem produktów oraz o tym, że uwolnienie się od dostawcy-monopolisty jest czasochłonne.

Wybrani do współpracy dostawcy charakteryzują się różnymi własnościami (np. wielkość obrotów), co może utrudniać bieżącą i jednoczesną współpracę z nimi wszystkimi. Z tego powodu należy więc odpowiednio ich skategoryzować:²⁶¹

- zgodnie z zasadą Pareto (80/20) wyróżnia się grupę 20% największych dostawców zaopatrujących przedsiębiorstwo w 80% zapasów,
- dla każdej grupy towarów wyróżnia się największych dostawców,
- dokonuje się podziału dostawców ze względu na ich wkład w poszczególne fazy życia produktu.

Warunkiem współpracy między podmiotami w sieci przedsiębiorstw jest sformalizowanie tej współpracy w postaci podpisanej umowy. Taka umowa powinna być

²⁵⁹ Norman A., Jansson U., *Ericsson's proactive supply chain risk management approach after a serious sub-supplier accident*, „International Journal of Physical Distribution & Logistical Management” 2004, vol. 34, no. 5, s. 434-456.

²⁶⁰ Urbańczyk T., *Sieci dostaw... op. cit.*, s. 209-212.

²⁶¹ Fuks K., *SCOR – model referencyjny łańcucha dostaw*, w: *Instrumenty zarządzania łańcuchami dostaw*, red. Ciesielski M., Wydawnictwo PWE, Warszawa 2009, s. 175.

dostosowana do specyfiki danej grupy materiałowej i jasno określać istotne elementy współpracy. Ma przede wszystkim zapewnić terminowość dostaw, wysoką jakość produktów, odpowiednią cenę itp. Jest to możliwe dzięki określeniu warunków.²⁶²

- handlowych (ceny, terminy płatności itp.),
- logistycznych (czas dostawy, częstotliwość dostaw, ilość zapasów, partie minimalne, koszty transportu itd.),
- pozostałych (konsekwencje za niedotrzymanie terminu dostawy, partie niekpletne, skutki spowodowane wadliwymi materiałami, obsługa posprzedażna, reklamacje, gwarancje itd.).

Podpisana umowa o współpracy daje pewną stabilizację dostawcom i odbiorcom, ponieważ obydwie strony wiedzą, czego mogą się spodziewać. Gwarantuje ona dostawcy większe i systematyczne obroty w zamian za obniżenie cen, utożsamienie się z potrzebami odbiorcy, wzięcie pełnej odpowiedzialności za zabezpieczenie materiałowe, wykorzystanie swojej wiedzy i doświadczenia w projektach odbiorcy.

Ograniczeniu może podlegać nie tylko liczba dostawców, ale także odbiorców. Nadal dla wielu przedsiębiorstw miarą sukcesu jest współpraca z klientem, który generuje duże przychody. Nie biorą one jednak pod uwagę rentowności tej współpracy. Duże obroty nie zawsze idą w parze z dużymi zyskami. Analizując rentowność klientów z zastosowaniem, wspomnianej wcześniej (patrz punkt 3.7.4), koncepcji rachunku kosztów działań (ABC), okazuje się, że nie wszyscy klienci są opłacalni. Co ciekawe, nawet najwięksi odbiorcy bywają najmniej rentowni, a często są na granicy opłacalności lub przynoszą straty. Firmy o podobnej, dużej skali obrotu mogą cechować się więc odmienną rentownością. Może to wynikać między innymi z odmiennego sposobu składania zamówienia, wielkości i częstotliwości dostaw, sposobu i terminu płatności, zakresu stosowania standardów, rodzaju technologii informacyjnych itp.²⁶³ Dzięki zastosowaniu ABC można nie tylko określić zyskowność poszczególnych klientów, jak i dostawców, ale także wskazać kierunki działania. Jest to bardzo przydatne narzędzie, które z powodzeniem może wykorzystać lider sieci.

Kryteria i sposoby oceny dostawców

Gdy firma ma już określony zbiór dostawców, z którymi współpracuje, może zaangażować ich do konkretnej transakcji biznesowej. Warto zauważyć, że w przypadku konfigurowania

²⁶² Urbańczyk T., *Sieci dostaw... op. cit.*, s. 175

²⁶³ Kaplan R.S., Narayanan V.G., *Measuring and Managing Customer Profitability*, "Journal of Cost Management" 2001, no. 5, s. 7; Zieliński T., *Rachunek kosztów logistyki*, w: *Logistyka w biznesie*, red. Ciesielski M. Wydawnictwo PWE, Warszawa 2006, s. 66-96.

każdego łańcucha dostaw mogą być dobierane różne przedsiębiorstwa. Odbiorca musi dokonać wyboru najlepszego z wielu dostawców, którzy mogą charakteryzować się różnymi cechami. Proces wyboru dostawcy musi być zatem właściwie zaprojektowany. Konieczne są narzędzia, które wspomagają podjęcie decyzji dotyczącej wyboru partnera, a więc umożliwiają ocenianie ofert pochodzących od wielu dostawców i ich porównywanie oraz wskazywanie optymalnych.

W związku z powyższym, w tym podrozdziale zaproponowane zostały kryteria oraz sposoby oceny dostawców i kwantyfikacji kryteriów jakościowych, które są niezbędne w przypadku konfigurowania łańcucha dostaw w sieci przedsiębiorstw.

Ocena dostawcy powinna być dokonywana na podstawie zbioru kryteriów zarówno ilościowych, jak i jakościowych. Te pierwsze są stosunkowo łatwe do porównania (np. cena jednego produktu jest niższa od innego wyrobu o identycznych właściwościach). Z kolei te drugie są trudniejsze do zestawienia i wymagają głębszej analizy.

W tab. 3.1 przedstawiono jakościowe kryteria oceny, które powinny być brane pod uwagę przy wyborze dostawców. Przy każdym kryterium podano również zestaw charakterystycznych dla niego parametrów. Kryteria te powstały na podstawie wskaźników zawartych w dokumentacji modelu SCOR, artykułów, opracowań, raportów i analiz przedsiębiorstw.

Tab. 3.1. Kryteria oceny dostawców

Kryterium oceny	Charakterystyczne parametry
Cena	<ul style="list-style-type: none"> • Wysokość ceny • Stabilność ceny • Zakres udzielanych rabatów • Gotowość do negocjacji cenowych • Koszty dostawy i transportu • Koszt zwrotów
Jakość produktu lub usługi	<ul style="list-style-type: none"> • Niezawodność i trwałość produktu lub usługi • Spełnianie normy jakościowe • Gwarancje jakościowe • System kontroli jakości
Czas dostawy	<ul style="list-style-type: none"> • Terminowość dostaw • Szybkość realizacji dostaw
Elastyczność i adaptacyjność	<ul style="list-style-type: none"> • Łatwość wprowadzenia zmian (np. zasobów, procesów) • Gotowość do realizacji zamówień na warunkach klienta • Radzenie sobie w zmiennym otoczeniu gospodarczym i odnajdywanie się w sytuacjach kryzysowych

	<ul style="list-style-type: none"> • Zdolność wytwarzania zindywidualizowanego produktu lub usprawnienia już istniejącego zgodnie z wymaganiami klientów • Możliwość podjęcia współpracy i koordynacji w zakresie zupełnie nowego produktu • Czas reakcji na nieplanowane zmiany popytu
Potencjał	<ul style="list-style-type: none"> • Zdolności produkcyjne • Możliwości logistyczne • Umiejętności zarządcze i organizacyjne
Warunki płatności i kondycja finansowa	<ul style="list-style-type: none"> • Możliwości kredytowania • Cykl konwersji gotówki • Stabilność sytuacji finansowej • Rotacja kapitału
Lokalizacja	<ul style="list-style-type: none"> • Odległość odbiorcy od dostawcy • Połączenia komunikacyjne • Pochodzenie dostawcy • Źródło dostaw dla dostawcy
Serwis	<ul style="list-style-type: none"> • Zakres serwisu w czasie i po realizacji zamówienia • Lokalizacja magazynów części zamiennych • Szkolenia i instruktaż • Realizacja reklamacji
Doświadczenie	<ul style="list-style-type: none"> • Liczba klientów • Liczba zrealizowanych transakcji • Rekomendacja innych klientów • Obsługiwane branże
Inne	<ul style="list-style-type: none"> • Polityka środowiskowa dostawcy • Infrastruktura (informatyczna, logistyczna, produkcyjna itp.) • Opakowania • Zwrot opakowań zbiorczych

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Krawczyk S., *Logistyka w zarządzaniu marketingiem*, Wydawnictwo UE we Wrocławiu, Wrocław 2000, s. 185-186; Mitek M., *Klasyfikacja i ocena dostawców na przykładzie Przedsiębiorstwa Wyrobów Cukierniczych Odra SA*, „Gospodarka Materiałowa i Logistyka” 2006, nr 10, s. 2; Wojciechowski T., *Marketing dóbr produkcyjnych – wybrane wyniki badań*, „Gospodarka Materiałowa i Logistyka” 1999, nr 12, s. 259; Sobotka A., Jaśkowski P., *Metoda reengineeringu systemu logistycznego w przedsiębiorstwie budowlanym*, „Gospodarka Materiałowa i Logistyka,” 2003, nr 2, s. 5; Prałat-Kubiszewska E., *Kryteria wyboru dostawcy – przegląd wyników badań*, „Gospodarka Materiałowa i Logistyka” 2002, nr 6, s. 6-9; SCOR Version 9.0, 2008, <http://www.supply-chain.org>, dostęp 05.02.2009.

Jak widać w tab. 3.1, przy wyborze dostawcy mogą być rozważane różne rodzaje kryteriów. Występują one w mniej lub bardziej ścisłych relacjach. Przykładowo, cena jest nierozzerwalnie związana z jakością produktu lub usługi. Natomiast czynniki niemierzalne, takie jak: warunki płatności i elastyczność dostawcy, wpływają pośrednio na cenę oferowanego produktu lub usługi. Czas dostawy jest z kolei związany z lokalizacją dostawcy i odbiorcy.

Zaprezentowane w tab. 3.1 kryteria nie zawsze muszą odpowiadać potrzebom przedsiębiorstwa. W związku z tym powinno się je traktować jako punkt wyjściowy do ustalenia własnego zestawu kryteriów, którymi będzie się posługiwać konkretne przedsiębiorstwo.²⁶⁴ To oznacza, że ta lista nie jest zamknięta i w razie potrzeby może być wydłużona lub skrócona. Należy jednak pamiętać, że przyjęte kryteria muszą być znane wszystkim ocenianym dostawcom z sieci przedsiębiorstw.

Ze względu na wspomnianą trudność w porównywaniu kryteriów jakościowych, można dokonać ich przedstawienia w skalach relatywnych lub wyrazić ilościowo. W pierwszym przypadku nadaje się odpowiednie własności, które najczęściej są stopniowalne: np. duży – mały; zawsze – często – czasem – rzadko – nigdy; bardzo dobrze – dobrze – wystarczająco – niewystarczająco). Natomiast w drugim przypadku poszczególnym kryteriom nadaje się wagę. Konieczne jest tutaj uzyskanie od decydenta informacji dotyczących ważności kryteriów. Trzeba jednak pamiętać, że ta informacja ma charakter subiektywny.²⁶⁵ W związku z tym żaden z zaproponowanych sposobów wyboru nie może być uznany za lepszy od pozostałych. Dlatego też bardzo ważne przy nadawaniu priorytetów jest dążenie do obiektywizmu oraz spojrzenie z perspektywy przedsiębiorstwa i całej sieci. W celu zwiększenia przejrzystości nadawanie priorytetów jest często wykonywane kilkakrotnie przez niezależne zespoły.²⁶⁶

Również wagowanie kryteriów jest subiektywne. Może odbywać się w różny sposób dla różnych branż. Przykładowo, czas i terminowość są ważniejszymi kryteriami dla branży farmaceutycznej niż dla przemysłu papierniczego.

Zarówno kryteria, jak i wagi ustala się tak, aby było możliwe ich użycie w dłuższym okresie czasu. Jakakolwiek ich zmiana wiąże się z ponowną analizą dostawców. Odmienne jest w przypadku kolejnego etapu doboru dostawców, jakim jest ich ocena. Zanim jednak zostanie ona przeprowadzona, należy wybrać obecnych i poszukać potencjalnych dostawców, którzy będą podlegać ocenie. Ocena jest też dokonywana subiektywnie. Wykorzystuje się tutaj bieżącą kontrolę i weryfikację pracy (np. jakość, czas dostawy), przegląd ofert dostawców

²⁶⁴ Krawczyk S., *Logistyka w zarządzaniu marketingiem*, Wydawnictwo UE we Wrocławiu, Wrocław 2000, s. 186.

²⁶⁵ Sikora W., *Badania operacyjne*, Wydawnictwo PWE, Warszawa 2008, s. 11-12.

²⁶⁶ Bolstorff P., Rosenbaum R., *Supply Chain Excellence*, Amacom, New York 2003, s. 12-16.

(np. cena), ankietyzację dostawców (np. elastyczność, warunki płatności), wizyty referencyjne, rekomendacje organizacji branżowych itp.

Mając ustalone kryteria, znając ich wagi i oceny, można przystąpić do analizy najlepszego dostawcy w danych warunkach. Jeśli tych kryteriów i dostawców jest dużo, to pomocna może być analiza wielokryterialna z wykorzystaniem metod matematycznych, takich jak optymalizacja przy tzw. wielorakości atrybutów.²⁶⁷ Polega ona na wykonaniu obliczeń oceny syntetycznej za pomocą średniej ważonej, liczonej w sposób zaprezentowany poniżej.

Mając listę ocen poszczególnych kryteriów:

$$[x_1, x_2, \dots, x_n],$$

z wagami:

$$[w_1, w_2, \dots, w_n], \text{ gdzie } w_n > 0$$

można obliczyć średnią ważoną:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n w_i x_i}{\sum_{i=1}^n w_i},$$

Średnie ważone są obliczane dla poszczególnych dostawców. Ostatecznie, brani są pod uwagę dostawcy, dla których wartość tej średniej jest najniższa.

W tab. 3.2 zaprezentowano kryteria pochodzące z tab. 3.1 wraz z uzupełnionymi wagami, ocenami i wyliczonymi ocenami syntetycznymi. W prezentowanym przykładzie analizie poddanych zostało 4 dostawców.²⁶⁸ Suma wag wynosi 1, natomiast skala ocen wynosi od 1 do 4 (1 oznacza najlepszą ocenę, a 4 najgorszą).²⁶⁹ W tym przypadku najlepszą ocenę końcową otrzymał dostawca D, który, mimo że ma wyższą cenę (większa wartość X_i) od dostawcy C, to większość jego pozostałych kryteriów zostało lepiej (mniejsza wartość X_i) ocenionych przez odbiorcę.

Taką analizę przeprowadza każdy odbiorca wobec swoich dostawców, a jej wyniki są zamieszczane w centralnej bazie danych zarządzanej przez lidera sieci (patrz podrozdz. 3.6).

²⁶⁷ Sobotka A., Jaśkowski P., *Metoda reengineeringu systemu logistycznego w przedsiębiorstwie budowlanym*, „Gospodarka Materiałowa i Logistyka” 2003, nr 2, s. 5.

²⁶⁸ W praktyce dostawców może być bardzo wielu. Wagi i oceny zostały przyjęte uznaniowo i mogą być dowolnie kształtowane w zależności od przedsiębiorstwa, w szczególności od specyfiki działalności i branży, w której działa, rodzaju produktu lub usługi itp.

²⁶⁹ Przyjęto taką logikę ze względu na potrzeby rozdziału piątego. Zaproponowany jest tam model z wykorzystaniem teorii grafów, w którym minimalizuje się średnie ważone w celu znalezienia najbardziej optymalnego rozwiązania.

Autor rozprawy jest świadomy, że przedstawiony w tym podrozdziale schemat może wydawać się mało skomplikowany. Jednak, jak postuluje J. Marcinkowski²⁷⁰, procedury oferowane przez programowanie wielokryterialne powinny pojęciowo być na tyle proste, aby osoba, która nie ma przygotowania z zakresu matematyki czy badań operacyjnych, mogła je bez problemu stosować. Jest to o tyle istotne, że nawet zakładając automatyzację większości czynności w tej procedurze, to ocena wielu kryteriów (np. elastyczność i adaptacyjność) nie może odbywać się bez udziału pracowników przedsiębiorstwa.

Tab. 3.2. Przykładowe przyporządkowanie wartości liczbowych kryteriom oceny dostawców

Kryterium oceny	W _i	Dostawca A		Dostawca B		Dostawca C		Dostawca D	
		X _i	W _i *X _i	X _i	W _i *X _i	X _i	W _i *X _i	X _i	W _i *X _i
Cena	0.30	4	1.2	4	1.2	3	0.9	4	1.2
Jakość produktu lub usługi	0.20	4	0.8	4	0.8	4	0.8	4	0.8
Czas dostawy	0.10	4	0.4	4	0.4	4	0.4	2	0.2
Elastyczność i adaptacyjność	0.07	3	0.21	3	0.21	2	0.14	3	0.21
Potencjał	0.05	3	0.15	3	0.15	4	0.2	2	0.1
Warunki płatności i kondycja finansowa	0.03	2	0.06	3	0.09	3	0.09	4	0.12
Lokalizacja	0.10	4	0.4	4	0.4	4	0.4	3	0.3
Serwis	0.05	3	0.15	4	0.2	4	0.2	2	0.1
Doświadczenie	0.05	2	0.1	3	0.15	4	0.2	3	0.15
Inne	0.05	3	0.15	4	0.2	4	0.2	4	0.2
Suma	1.00	-	3.62	-	3.8	-	3.53	-	3.38

Źródło: Opracowanie własne.

Warto również dodać, że wdrożony system dobierania dostawców powinien być na bieżąco uaktualniany i rozwijany. Aby to osiągnąć, należy:²⁷¹

- stale analizować oferty dostawców,
- dokonywać bieżącej oceny dostawców,
- prowadzić i aktualizować listę dostawców,
- aktualizować kryteria oceny dostawców i ich wagi,
- poszukiwać nowych dostawców.

²⁷⁰ Marcinkowski J., *Optymalizacja wielokryterialna*, w: *Badania operacyjne*, red. Sikora W., Wydawnictwo PWE, Warszawa 2008, s. 84.

²⁷¹ Sobotka A. Jaśkowi P., *Metoda reengineeringu... op. cit.*, s. 5.

4. Modele systemów wieloagentowych do konfigurowania łańcucha dostaw

Jak zasygnalizowano wcześniej (patrz punkt 3.7.3), brakuje obecnie rozwiązań, obejmujących zagadnienie dynamicznego konfigurowania i rekonfigurowania tymczasowego łańcucha dostaw. W związku z tym w tym rozdziale znajduje się propozycja trzech autorskich modeli systemów wieloagentowych, mających zastosowanie w sieciach przedsiębiorstw. Do ich budowy wykorzystano metodykę *Prometheus*, wspomagającą proces szczegółowego projektowania i implementacji systemów agentowych.²⁷²

Prezentowane modele są zróżnicowane w zależności od stopnia rozproszenia środowiska (zcentralizowane lub zdecentralizowane), w którym działają organizacje gospodarcze. Są to kolejno:

1. Model systemu wieloagentowego zcentralizowanego, bazujący na standardach konsorcjum RosettaNet (patrz podrozdz. 4.1).
2. Model systemu wieloagentowego zdecentralizowanego – ograniczonego, z zastosowaniem teorii roju (patrz podrozdz. 4.2).
3. Model systemu wieloagentowego zdecentralizowanego – nieograniczonego, wykorzystujący ideę sieci semantycznych (patrz podrozdz. 4.3).

W modelach tych zwrócono uwagę na najważniejsze aspekty konfigurowania łańcucha dostaw (patrz podrozdz. 3.3). Do ich prezentacji zastosowano różne narzędzia, języki programowania, metody i koncepcje, co może powodować wrażenie braku spójności między modelami. Zabieg ten został uczyniony jednak świadomie. Ma to na celu urozmaicenie oraz wzbogacenie przedstawianych treści w tej części rozprawy i ich form opisu.

Przykładowo, w pierwszym modelu zastosowano rejestry publiczne, a do zobrazowania sprawdzania spójności tworzonych dokumentów użyto język XML. Koncepcja drugiego modelu jest zainspirowana strategią kolonii pszczół, a konkretnie ich zbiorowym zachowaniem. W tym modelu zwrócono uwagę na aspekty komunikacji i wymiany informacji za pomocą języka ACL. Z kolei w ostatnim modelu wykorzystano ideę sieci semantycznej, a do opisu poszukiwanych zasobów skorzystano ze schematu RDF.

²⁷² <http://www.cs.rmit.edu.au/agents/prometheus>, dostęp 19.02.2009.

4.1. Model systemu wieloagentowego zcentralizowanego, bazujący na standardach RosettaNet

W podrozdziale 2.6 zauważono, że rozwój Internetu spowodował znaczące zmiany w elektronicznej wymianie danych. W konsekwencji powstały między innymi standardy RosettaNet, których głównym zamierzeniem jest automatyzacja realizacji procesów biznesowych, dzięki zastosowaniu jednolitych zasad, słowników pojęć i bibliotek modeli. Tej automatyzacji niewątpliwie może sprzyjać, opisana szczegółowo w podrozdziale 2.7, technologia agentowa.

W prezentowanym w tej części rozprawy modelu MAPR (ang. Multi-Agent based on Public Registries) proponuje się zastosowanie agentów programowych i koncepcji publicznych rejestrów (PR, ang. Public Registry) do dynamicznego konfigurowania łańcucha dostaw. Model ten ma na celu umożliwienie w bezpieczny i w pełni kontrolowany sposób wyszukiwania potencjalnych partnerów biznesowych oraz nawiązywania z nimi współpracy.

Wspomniane rejestry publiczne są zgodne ze standardami RosettaNet (patrz punkt 2.6.2). Zawierają one wiele niezbędnych informacji, procedur, wykazów itp., służących realizacji zadań podmiotów z nich korzystających. W modelu MAPR zakłada się, że w ramach takiego rejestru tworzone są bazy danych, które obejmują rozbudowane profile przedsiębiorstw i umożliwiają wymianę BSDM (ang. Business Scenarios and connected with them Documents, Messages and business interaction Models). BSDM stanowią wszystkie możliwe scenariusze i związane z nimi dokumenty, wiadomości i modele oddziaływania, zaprojektowane zgodnie ze standardami RosettaNet, gdzie:

1. Dokumenty i wiadomości są przechowywane w plikach XML (patrz podrozdz. 2.6) oraz związanych z nimi schematach, co umożliwia łatwe ich przetwarzanie niezależnie od platformy sprzętowej, czy wykorzystywanego systemu informatycznego.
2. Modele biznesowe są budowane w diagramach UML (ang. Unified Modeling Language) – ujednoczonym języku, służącym do modelowania systemów informatycznych.

Ponieważ standardy RosettaNet nie definiują specyfikacji budowania rejestrów, przyjęto, że są one projektowane zgodnie ze standardami UDDI (ang. Universal Description, Discovery and Integration)²⁷³ lub ebXML (patrz podrozdz. 2.6). Wszyscy partnerzy handlowi (TP, ang. Trading Partners) mają takie same możliwości zastosowania odpowiednich komponentów rejestru. W celu szerszego wykorzystania koncepcji publicznych rejestrów

²⁷³ Inicjatywa przemysłu informatycznego, która ma na celu zbudowanie uniwersalnego rejestru biznesowego usług sieciowych po to, aby oprogramowanie automatycznie mogło wykrywać i integrować usługi sieciowe w Internecie.

zakłada się, że dostęp do nich jest przydzielany wszystkim TP – zarówno nowym, jak i doświadczonym członkom RosettaNet (czyli obecnie ponad 1 000 podmiotom²⁷⁴).

Rejestr publiczny jest utrzymywany przez serwer rejestru publicznego (PRH, ang. Public Registry Host)²⁷⁵, który zdefiniowany jest zgodnie ze specyfiką danego rynku w postaci ustrukturyzowanej wiedzy. Aby korzystać z możliwości, jakie dają rejestry, przedsiębiorstwo nie musi dysponować specjalistycznym systemem informatycznym (ang. back-end system). Wymagane jest natomiast wdrożenie standardów RosettaNet, w szczególności standardów TPIR i MMS (patrz punkt 2.6.2). Informacje w rejestrze są zapisywane w formacie czytelnym przez różne komputery, jak również przez samych użytkowników. Poszczególne przedsiębiorstwa mogą przystąpić do rejestru, aby przeszukać rynek w celu znalezienia nowego dostawcy lub klienta, albo przystosować rejestr do swojego własnego łańcucha dostaw. Dzięki temu małe i średnie firmy mają większą możliwość zdobycia i wymiany informacji wewnątrz konkretnej sieci przedsiębiorstw, a przede wszystkim budowania własnych relacji z innymi organizacjami (przedsiębiorstwami, instytucjami publicznymi itp.).

4.1.1. Rodzaje agentów w modelu MAPR

Większość czynności odbywających się w rejestrach publicznych może być z powodzeniem realizowana przez autonomiczne programy, takie jak agenty. W zaproponowanym podejściu wyróżnia się dwie grupy agentów delegowanych zarówno przez serwer rejestru publicznego, jak i partnerów handlowych.

Serwer rejestru publicznego jest reprezentowany przez następujące agenty:

- *Agent Lider* (LA, ang. Leader Agent) – buduje tymczasowy łańcuch dostaw; grupuje innych agentów, które z nim współpracują w celu wykonania zleconych im zadań; jest odpowiedzialny za tworzenie tymczasowego rejestru partnerów handlowych (TPR, ang. Trading Partners Registries) i rozszerzenie istniejących rejestrów o zrealizowane scenariusze biznesowe; reprezentuje lidera łańcucha dostaw (patrz podrozdz. 1.2).
- *Agent Walidator* (VA of PRH, ang. Validating Agent of Public Registry Host) – współpracuje z narzędziem *RosettaNet Validation Tool*, weryfikuje scenariusze BSDM, w szczególności sprawdza, czy są one zgodne ze standardami RosettaNet.

²⁷⁴ <http://www.rosettanet.org>, dostęp 19.02.2009.

²⁷⁵ Fuks K., Wieczerzycki W., *A new approach to information exchange within Public Registries based on RosettaNet standards*, w: *6th International Workshop on Web Based Collaboration*, IEEE Computer Society Press, USA 2006, s. 309-313.

- *Agent Notyfikikator* (NA, ang. Notifying Agent) – powiadamia agentów partnerów handlowych w momencie, gdy pojawia się nowy scenariusz współpracy i informuje o postępie walidacji BSDM, utworzonego przez partnera handlowego.
- *Agent Obsługujący Błędy* (EHA, ang. Error Handling Agent) – jest odpowiedzialny za informowanie partnerów handlowych o błędach walidacji i umieszczanie tych błędów w odpowiednim rejestrze (ER, ang. Error Registry).

Natomiast z partnerami handlowymi związane są poniżej przedstawione agenty:

- *Agent Poszukiwacz* (SA, ang. Searching Agent) – jest odpowiedzialny za szukanie i wybieranie właściwych (spełniających określone kryteria) partnerów handlowych dla konkretnego scenariusza współpracy.
- *Agent Koordynator* (CA, ang. Coordinating Agent) – reprezentuje przedsiębiorstwa, które koordynują cały łańcuch dostaw i wszystkie procesy z nim związane; jest najbardziej złożony, może bowiem zarządzać procesami wielozadaniowymi; współpracuje i zarządza agentami; jest odpowiedzialny za negocjacje z innymi agentami; tworzy subklaster (ang. subcluster) (patrz punkt 4.1.2 i 4.1.3).
- *Agent Oferent* (OA, ang. Offering Agent) – reprezentuje organizacje, które biorą udział w budowaniu konkretnego łańcucha dostaw.
- *Agent Walidator* (VA of TP, ang. Validating Agent of Trading Partner) – jest odpowiedzialny za sprawdzanie i porównywanie BSDM oraz za kontakt z Agentem Walidatorem reprezentującym serwer rejestru publicznego (VA of PRH).

4.1.2. Poziomy grupowania agentów

Zanim zostanie przedstawiony sposób konfigurowania tymczasowego łańcucha dostaw bazujący na wykorzystaniu publicznych rejestrów, warto zauważyć, że z serwerów zbudowanych w technologii agentowej może korzystać bardzo duża liczba agentów (np. reprezentujących wiele przedsiębiorstw), które pracują niezależnie lub współpracują z innymi agentami realizując określone zadania. W zależności od tego, czy agenty współpracują i jak ściśła jest ta współpraca, można wyróżnić dwa poziomy grupowania agentów: konstelacje (ang. constellations) i klastry (ang. clusters). *Konstelacja* skupia agenty, których zamierzeniem jest osiągnięcie wspólnego celu, np. kupienie bądź sprzedanie produktów lub usług. Agenty należące do tej samej konstelacji mogą się wzajemnie komunikować i być informowane o efektach prowadzonych przedsięwzięć. Pojedynczy agent może jednocześnie brać udział w wielu konstelacjach. Akcje wykonywane w ramach jednej konstelacji są logicznie niezależne od akcji podejmowanych w innych konstelacjach. Agenty należące do tej samej konstelacji

mogą ze sobą współpracować ściśle lub luźno, w zależności od tego, czy reprezentują tą samą stronę biznesową (np. przedsiębiorstwo) lub reprezentują różne strony mające na celu znalezienie nowych możliwości biznesowych (np. przedsiębiorstwa tworzące łańcuch dostaw). Ściśle współpracujące agenty są zgrupowane w tym samym klastrze. *Klaster* jest zatem podzbiorem agentów odpowiedniej konstelacji z zastrzeżeniem, że pojedynczy agent należy w zakresie pojedynczej konstelacji dokładnie do jednego klastra, który w szczególnym przypadku może być jednoelementowy.²⁷⁶

4.1.3. Ilustracja modelu MAPR

Można wyobrazić sobie sytuację, w której pewien klient chce kupić 500 komputerów przenośnych typu notebook (100 dla kadry wyższego szczebla, 100 dla średniego szczebla, 300 dla pozostałych pracowników) i 2000 komputerów stacjonarnych (1800 dla pracowników administracji, 190 dla informatyków, 10 dla grafików). Z uwagi na zróżnicowane potrzeby poszczególnych grup odbiorców komputery będą miały różne parametry. Przykładowo, menedżerowie potrzebują jednocześnie lekkich i wydajnych komputerów, natomiast informatycy komputerów z szybkim procesorem, a graficy z najlepszą kartą graficzną i pojemnym twardym dyskiem. Klient ma preferencje odnośnie do ceny (ma być konkurencyjna w stosunku do innych na rynku), terminu dostawy (7 dni roboczych), miejsca dostawy (oddziały zlokalizowane w 5 miastach Polski) i płatności (14 dni po odebraniu towaru). Mimo że przedstawiony scenariusz wydaje się pozornie prosty, to w rzeczywistości jest bardziej skomplikowany. Wymaga on zaangażowania różnych podmiotów, takich jak: producent sprzętu komputerowego, dostawcy komponentów (procesorów, płyt głównych, pamięci RAM itp.) i urządzeń peryferyjnych (klawiatura, myszka itp.), operator logistyczny, firma kurierska, ubezpieczeniowa itp.

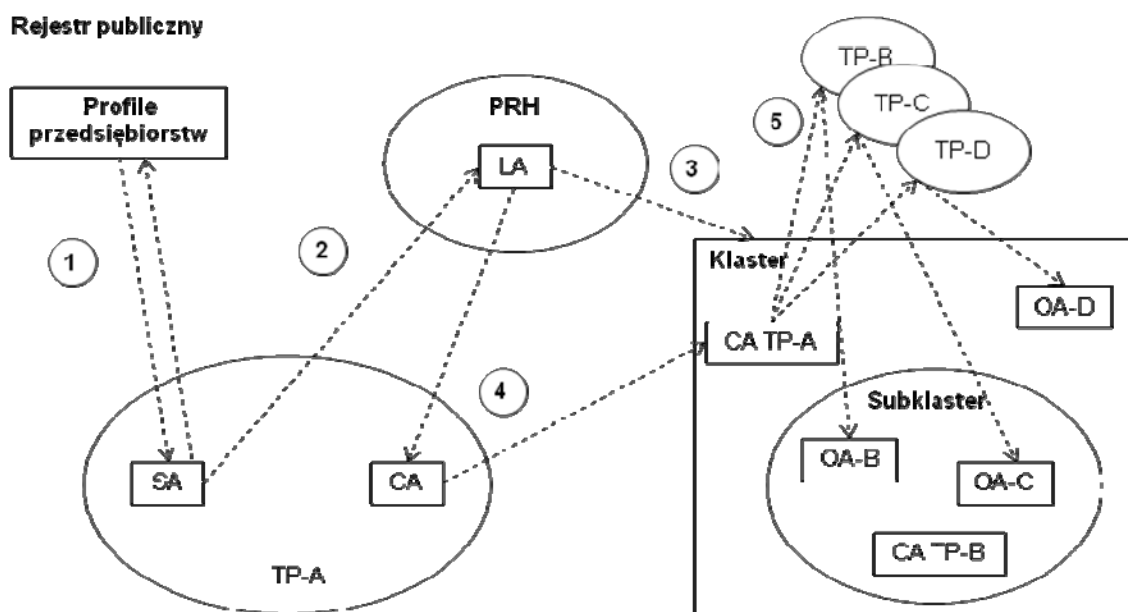
Klient wprowadza zamówienie za pomocą specjalnego formularza umieszczonego na stronie internetowej. Korzyści z takiej formy składania zamówienia są obopólne. Z jednej strony, klient oszczędza czas, ponieważ nie musi być fizycznie obecny przy zakupach i ma możliwość skonfigurowania modelu komputera według własnych życzeń. Z drugiej strony, firma sprzedająca komputery ma w swoim systemie zamówienie w formie ustrukturyzowanej, które w bardzo prosty sposób może być przekazane za pomocą EDI (między dużymi firmami)

²⁷⁶ Fuks K., Kawa A., Wieczerzycki W., *Dynamic Configuration and Management of e-Supply Chains... op. cit. s. 281-292*; Wieczerzycki W., *Obiektowe bazy danych do komputerowego wspomaganie prac zespołowych*, Wydawnictwo UEP, Poznań 1999, s. 82-84.

lub ebXML (między mniejszymi organizacjami) do innych podmiotów zaangażowanych w realizację zamówienia.²⁷⁷

Poniżej zostały opisane poszczególne kroki budowania łańcucha dostaw, który odpowiada powyższemu scenariuszowi. Warto zauważyć, że procedura ta jest na tyle uniwersalna, iż może być z powodzeniem stosowana w innych branżach (patrz rys. 4.1).

1. W pierwszej kolejności agent SA firmy przyjmującej zlecenie rozpoczyna poszukiwanie potencjalnych partnerów biznesowych (TP), którzy mogliby zrealizować zadanie według powyżej przedstawionego scenariusza. W tym celu przeglądane są ich profile, zawierające szczegółowe informacje o ich działalności.
2. Jeśli proces poszukiwania kończy się sukcesem, to SA informuje LA o potrzebie utworzenia klastra w ramach PRH.
3. W kolejnym kroku LA buduje nowy klastery.
4. LA wyznacza agenta CA na lidera nowoutworzonego klastra.
5. CA zaprasza OA reprezentujących potencjalnych partnerów biznesowych do klastra.



Rys. 4.1. Budowanie łańcucha dostaw z wykorzystaniem technologii agentowej i rejestru publicznego

Źródło: Opracowanie własne.

²⁷⁷ Kawa A., *Organizowanie łańcuchów dostaw z wykorzystaniem technologii agentowej na przykładzie branży komputerowej*, w: *Współczesne wyzwania transportu w logistyce*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2008, s. 73.

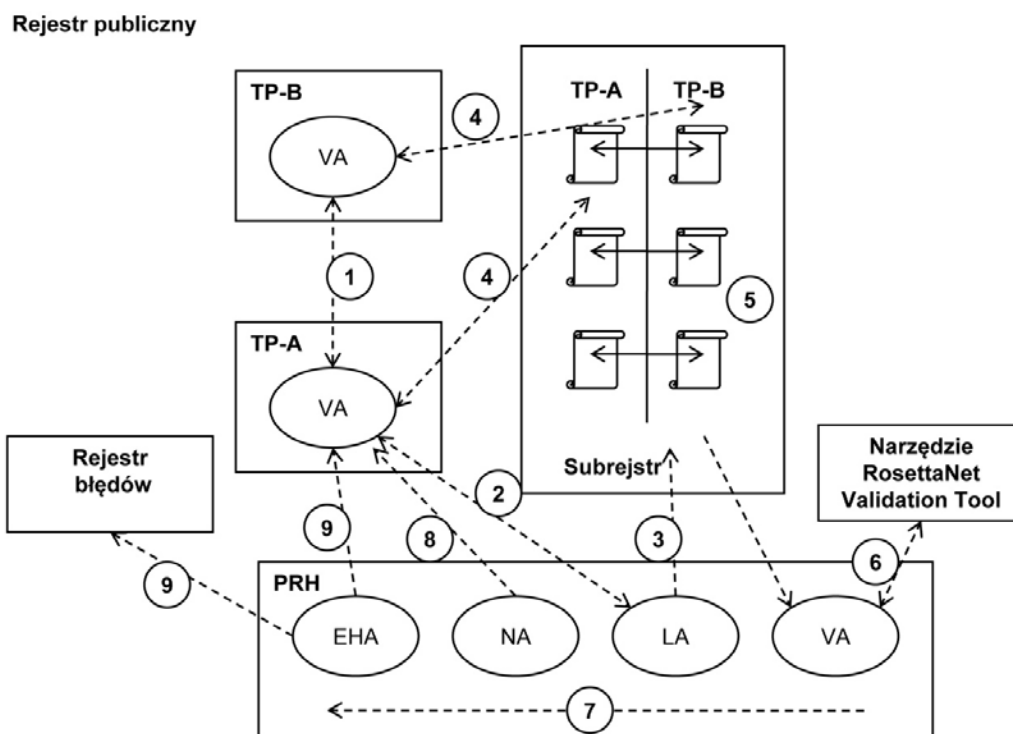
Agenty OA, które nie konkurują ze sobą, mogą zacząć współpracować, aby zaproponować najlepszą ofertę dla lidera klastra. Przykładowo, firma która zajmuje się organizacją produkcji komputerów i ich projektowaniem dla firm flagowych, może zaprosić do współpracy innych dostawców. Agenty łączą więc swój potencjał w celu zbudowania tymczasowego i dynamicznego subklastra, który jest w stanie konkurować z innymi agentami przedsiębiorstw lub grupy przedsiębiorstw. Każdy subklastery ma swojego własnego koordynatora (CA), który zarządza procedurami i procesami selekcji oraz integruje potencjalnych OA w ramach konkretnego klastra. Dowolny OA może zainicjować utworzenie subklastra i objąć funkcję CA. Oferty poszczególnych agentów OA mogą się łączyć, ale także dzielić, w zależności od zmian szczegółów ofert innych klastrów, np. ceny, warunków dostawy. Jeśli po negocjacjach inne przedsiębiorstwo zaproponuje podobną cenę, ale lepsze warunki dostawy, wtedy CA tego klastra i jego subklastrów muszą zareagować na te nowe okoliczności i szukać alternatywnych OA, które zaproponują nowe warunki współpracy. Poszczególne OA i subklastry OA, które podlegają CA, pracują niezależnie w ramach swoich zadań. Przykładowo, OA działający w imieniu firmy logistycznej szuka do współpracy innych OA reprezentujących podmioty dysponujące wolnymi środkami transportowymi i przestrzenią na składowanie towarów w magazynach czy centrach dystrybucyjnych. Przed rozpoczęciem procesu negocjacji między CA klastra / subklastrów i niezależnych OA, CA musi zebrać wszystkie oferty od OA i wybrać z nich najlepszą.

Następna część konfigurowania łańcucha dostaw jest bardziej techniczna. Składa się ona z kilku etapów operacji przeprowadzanych przez agentów w rejestrze publicznym, które mają na celu ujednoczenie wspólnych scenariuszy współpracy (patrz rys. 4.2).

1. W pierwszym kroku Agent Walidator (VA) jednego partnera handlowego (TP-A) komunikuje się z VA drugiego partnera handlowego (TP-B) i informuje, które BSDM są wymagane do podjęcia współpracy (np. powiadomienie o potwierdzeniu wysłania przesyłki przez operatora logistycznego – ang. Notify of Shipping Order Confirmation²⁷⁸).
2. Następnie VA zleca liderowi (LA) utworzenie tymczasowego rejestru dla ujednoczonego BSDM.
3. LA buduje tymczasowy rejestr i nadaje uprawnienia administracyjne liderowi subklastra.
4. VA grupuje BSDM w aktualnych subrejstrach (ang. subregistries). Może to być np. wspomniany subrejestr z powiadomieniem o potwierdzeniu wysłania przesyłki.

²⁷⁸ Opis dokumentu "Notify of Shipping Order Confirmation" znajduje się w dokumentacji "*Clusters, Segments and PIPs*. Version 02.06.00, 09 January 2009, RosettaNet Program Office", <http://www.rosettanet.org>, dostęp 29.01.2009.

5. W kolejnym kroku wszystkie BSDM są ze sobą porównywane i modyfikowane tak, aby wypracować jedną, ujednoliconą wersję. Zadanie to polega na sprawdzeniu dokumentów przygotowanych w języku XML i wykryciu nieścisłości między nimi. Na rys. 4.3 i 4.4 pokazano przykładowe dokumenty, w których wykryto rozbieżności. W dokumencie 1 (patrz rys. 4.3) brakujące pole zostało zakreślone szarym kolorem. W tym przypadku VA poszczególnych właścicieli BSDM są proszeni o usunięcie lub dodanie brakujących danych (pole „UnitOfMeasure”).
6. Jeśli BSDM został zmieniony lub wykryto w nim braki, to musi być zweryfikowany przez VA rezydującego w PRH. VA wykorzystuje do tego narzędzie *RosettaNet Validation Tool*.
7. Następnie VA informuje agentów NA i EHA o efektach weryfikacji.
8. Jeśli weryfikacja zakończyła się sukcesem, to NA zawiadamia wszystkich partnerów handlowych zainteresowanych tą informacją.
9. Jeśli weryfikacja nie była pomyślna, to EHA przekazuje informację o tym do partnerów handlowych i umieszcza ją w rejestrze błędów. W tym przypadku VA przedsiębiorstwa A musi zacząć reorganizację procesu, biorąc pod uwagę powstałe błędy.



Rys. 4.2. Operacje przeprowadzane przez agentów w rejestrze publicznym

Źródło: Opracowanie własne.

Dokument 1.

```
(...)  
<ShippingConfirmation schemaVersion="">  
  (...)  
  <ReportDateTime>2009-02-15T08:30:00+08:00</ReportDateTime>  
  <ShipmentIdentifier>String</ShipmentIdentifier>  
  <ShipmentReceiptLineItem schemaVersion="">  
    (...)  
    <uom:UnitOfMeasure (...)>1BF</uom:UnitOfMeasure>  
  </ShipmentReceiptLineItem>  
  <dl:TrackingReference schemaVersion="">  
    (...)  
  </dl:TrackingReference>  
  <TransportedBy schemaVersion="">  
    (...)  
  </TransportedBy>  
</ShippingConfirmation>  
(...)
```

Rys. 4.3. Przykład dokumentu “Notify of Shipping Order Confirmation” przygotowanego w języku, XML zgodnie z Partner Interface Processes (PIP 3B13), RosettaNet Standard

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: *Clusters, Segments and PIPs. Version 02.06.00, 09 January 2009*, RosettaNet Program Office, <http://www.rosettanel.org>, dostęp 29.01.2009.

Dokument 2.

```
(...)  
<ShippingConfirmation schemaVersion="">  
  (...)  
  <ReportDateTime>2009-02-15T08:30:00+08:00</ReportDateTime>  
  <ShipmentIdentifier>String</ShipmentIdentifier>  
  <ShipmentReceiptLineItem schemaVersion="">  
    (...)  
  </ShipmentReceiptLineItem>  
  <dl:TrackingReference schemaVersion="">  
    (...)  
  </dl:TrackingReference>  
  <TransportedBy schemaVersion="">  
    (...)  
  </TransportedBy>  
</ShippingConfirmation>  
(...)
```

Rys. 4.4. Przykład dokumentu “Notify of Shipping Order Confirmation” przygotowanego w języku XML, zgodnie z Partner Interface Processes (PIP 3B13), RosettaNet Standard, z brakującym polem

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: *Clusters, Segments and PIPs... op.cit.*, dostęp 29.01.2009.

Oczywiście wszystkie procesy i procedury przedstawione wyżej odbywają się zgodnie ze standardami RosettaNet. Agenty komunikują się między sobą za pomocą języka programowania agentowego ACL (patrz punkt 4.2.6). Warto również zaznaczyć, że te „jednorazowe” łańcuchy dostaw i związane z nimi scenariusze współpracy mogą być użyte ponownie, zarówno między tymi samymi partnerami biznesowymi, jak również nowymi. Jest to możliwe dzięki zapisywaniu po zakończeniu współpracy wszystkich tymczasowych rejestrów w rejestrze partnerów (ang. Trading Partner Level Registry).

Proponowane podejście pokazuje, że bez konieczności dysponowania rozbudowanymi systemami informatycznymi, każdej wielkości przedsiębiorstwo może brać udział w dynamicznym łańcuchu dostaw. Chociaż zaprojektowany model obejmuje tylko przedsiębiorstwa stosujące standardy RosettaNet, to jest on na tyle uniwersalny, że może być z powodzeniem zaadaptowany przez inne organizacje gospodarcze.

4.2. Model systemu wieloagentowego zdecentralizowanego – ograniczonego, z zastosowaniem teorii roju

W podrozdziale 2.7 zauważono, że nawiązywanie współpracy przez uczestników giełdy elektronicznej jest bardzo prostą formą budowania krótkich łańcuchów dostaw. Giełdy elektroniczne umożliwiają bowiem przedsiębiorstwom znalezienie stosunkowo szybko dostawcy albo odbiorcy określonego produktu lub usługi. Jeśli pojawia się nowa oferta, zainteresowane strony automatycznie są o tym informowane. Problem pojawia się w przypadku przeglądania ofert pochodzących z wielu miejsc. Manualne pozyskiwanie informacji i ich porównywanie jest bardzo czasochłonne oraz wiąże się z ryzykiem powstawania błędów. Szacuje się, że obecnie istnieje kilka tysięcy giełd elektronicznych i z roku na rok jest ich coraz więcej. Przykładowo w 2005 roku było 5 600 globalnie działających giełd elektronicznych.²⁷⁹ Większość z nich jest profilowana, tj. adresowana do pewnej specyficznej grupy odbiorców, np. do branży logistycznej, budowlanej, przemysłu lotniczego, motoryzacyjnego, dostawców stali. Giełdy te mają niejednolite modele biznesowe, własne mechanizmy transakcyjne i różne funkcjonalności. Dodatkowym utrudnieniem w ich przeglądaniu są znaczne różnice między wymaganiami potencjalnych uczestników, którzy oferują coś do sprzedania, a oczekiwaniami kupujących. Ponadto, otoczenie giełd elektronicznych jest bardzo zmienne. Rosnąca konkurencja i zmieniający się popyt powodują, że znalezienie najlepszej oferty jest dość trudne. Propozycja (kupna lub sprzedaży), która była wczoraj aktualna, dzisiaj może już być niedostępna.

²⁷⁹ *eMarketplaces* – The fall and rise of Internet B2B, <http://www.researchandmarkets.com>, dostęp 20.02.2009.

Dodatkowo małe i średnie przedsiębiorstwa (MŚP) mają ograniczone możliwości w zakresie konkurencyjności z dużymi przedsiębiorstwami, które z powodu swojej wielkości i siły przetargowej mogą taniej się zaopatrywać oraz zaoferować tańsze dobra. Warto jednak zauważyć, że MŚP, niezależnie od braku wystarczających zasobów niezbędnych do konkurencyjności na globalnych rynkach, są bardziej elastyczne i potrafią szybko wdrożyć nowoczesne praktyki zaopatrzenia.²⁸⁰

W związku z powyższymi przedstawionymi ograniczeniami i problemami istnieje realna potrzeba zaprojektowania rozwiązania informatycznego, które zautomatyzuje czynności (przeszukiwanie, sprawdzanie, potwierdzanie, negocjowanie itp.) odbywające się w ramach różnych giełd elektronicznych. Takim rozwiązaniem jest niewątpliwie model MAS (ang. Multi-Agent Swarm).

Model MAS bazuje na zastosowaniu teorii inteligencji roju (SI, ang. Swarm Intelligence), a w szczególności na strategii zachowań kolonii pszczół (ang. bee colony strategy) w systemach wieloagentowych, wspomagających pozyskiwanie zasobów²⁸¹ na giełdach elektronicznych (ang. e-marketplace).

4.2.1. Inteligencja roju

Wspomniana teoria inteligencji roju (SI) jest poddziedziną sztucznej inteligencji (ang. artificial intelligence) i powstała w wyniku obserwacji zachowań społecznych w zorganizowanych populacjach. Te zachowania są inspiracją dla wielu naukowców, którzy próbują rozwiązać różne problemy związane z potencjałem całej grupy, jak również ich indywidualnych uczestników.

Wśród SI można wyróżnić dwie najbardziej popularne metody inspirowane zbiorowym zachowaniem owadów. Jedną z nich jest algorytm mrówkowy (ACO, ang. Ant Colony Optimization), a drugą jest optymalizacja wielocząsteczkowa, zwana również optymalizacją rojem cząsteczek (PSO, ang. Particle Swarm Optimization).²⁸²

²⁸⁰ Hawking P., Stein A., Wyld D. C., Foster S., *E-Procurement: Is the Ugly Duckling Actually a Swan Down Under?*, "Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics" 2004, vol. 16, no. 1, s. 2-26.

²⁸¹ W tej rozprawie termin „zasób” jest zaczerpnięty z terminologii APICS i dotyczy wszystkiego, co jest potrzebne do wyprodukowania wyrobu. W tym znaczeniu zasobami są przede wszystkim: surowce i materiały (podstawowe i pomocnicze), moce przerobowe (produkcyjne) liczone czasem dostępności maszyn (odpowiednich rodzajów) i pracowników (odpowiednich zawodów i specjalności), media zasilające, narzędzia oraz pieniądze.

²⁸² Quijano N., Passino K.M, *Honey Bee Social Foraging Algorithms for Resource Allocation: Theory and Application*, w: American Control Conference, ACC '07, New York, USA 2007, s. 3389-3394.

ACO jest inspirowane zachowaniem mrówek szukających pożywienia dla swojej kolonii. Metoda ta znajduje wiele zastosowań zarówno w teoretycznych rozważaniach, jak i praktycznych rozwiązaniach.²⁸³ PSO powstało również w wyniku obserwacji zachowań zwierząt, ale w tym przypadku członków stada ptaków, ławic ryb i roju pszczół. Poszczególne członkowie populacji są przedstawiani jako cząstki (ang. particles), które mają wpływ na zachowanie całej populacji, roju, kolonii (ang. swarm). Te cząstki dzielą się swoim doświadczeniem i wiedzą z innymi członkami społeczności. Dzięki temu, kolonia może przemieszczać się w kierunku obszaru (żerowania, nocowania, wylęgu) o sprzyjających właściwościach.²⁸⁴

Takie kolonie charakteryzują się specyficznymi cechami. Są to między innymi:²⁸⁵

- wytrwałość (ang. robustness) – poszczególne cząstki są w stanie zrealizować cel grupy niezależnie od niepowodzeń pozostałych członków grupy,
- samoorganizacja (ang. self-organization) – działają zarówno bez centralnej kontroli, jak i miejscowego nadzoru,
- aaptacyjność (ang. adaptiveness) – szybko się przystosowują do nowego otoczenia i reagują na jego dynamiczne zmiany.

4.2.2. Strategia kolonii pszczół

Jak zaznaczono wyżej, powstanie metody PSO było zainspirowane między innymi zachowaniem kolonii pszczół. Głównym problemem pszczół jest zebranie takiej ilości nektaru podczas ciepłych dni, aby im go starczyło na pozostałą część roku. Powstają jednak pewne utrudnienia podczas zbioru, takie jak: różne pory zakwitania, nierówna „produkcja” nektaru przez kwiaty, zmienne warunki pogodowe (pojawiają się chłodniejsze i deszczowe dni podczas zbiorów). Pszczoły mają też ograniczoną liczbę robotnic, które są odpowiedzialne za zbieranie nektaru. Aby zmaksymalizować zbiórkę nektaru, kolonia musi zdecydować, ile pszczół ma zbierać pożywienie na każdym z kwiatów. Odbywa się to bez centralnego ośrodka, który organizuje ich pracę. Nie byłoby w tym nic nadzwyczajnego, gdyby nie to, że pszczoły robią to w ściśle określony sposób.

²⁸³ Z uwagi na wykorzystanie w tej rozprawie tylko teorii inteligencji roju, szczegółowy opis ACO jest pominięty.

²⁸⁴ Pham D.T., Ghanbarzadeh A., Koc E., Otri S., Rahim S., Zaidi M., *The Bees Algorithm – A Novel Tool for Complex Optimisation*, w: *2nd International Virtual Conference on Intelligent Production Machines and Systems*, IPROMS 2006, Oxford: Elsevier 2006; <http://www.optalg.com>, dostęp 20.02.2009, s. 1-6.

²⁸⁵ Nakrani S., Tovey C., *On Honey Bees and Dynamic Allocation in an Internet Server Colony*, w: *2nd International Workshop on the Mathematics and Algorithms of Social Insects*, Georgia Institute of Technology, Atlanta 2003, s. 116.

Na początku zwiadowca (ang. scout bee) szuka nektaru. Po znalezieniu odpowiedniego źródła, wraca do ula na tzw. salę tańca (ang. dance floor) i wykonuje na niej taniec, za pomocą którego informuje inne pszczoły o lokalizacji, ilości i właściwościach nektaru. Po zdobyciu tych informacji odpowiednia liczba pszczół zbieraczek (ang. forager) leci do źródła, aby pozyskać nektar. Jeśli nie zbiorą one wszystkiego, to po powrocie do ula kontynuują swój taniec. Pokazują go aż do wyczerpania zasobów nektaru albo do momentu, gdy inny zwiadowca wróci z informacją o znalezieniu źródła z jeszcze lepszym nektarem.²⁸⁶ To, co jest ciekawe w zachowaniu pszczół, to elastyczność ich pracy – dana jednostka wykonuje tak długo zadania, w których się specjalizuje, o ile nie odczuje istotnej potrzeby do wykonywania innej funkcji.

Strategia kolonii pszczół jest z powodzeniem stosowana w praktyce gospodarczej, w szczególności w kompleksowych zachowaniach zbiorowych. Dzięki jej użyciu możliwe jest efektywne pozyskiwanie produktów i usług, niezależnie od dysponowania ograniczonymi zasobami oraz ciągle zmieniającymi się warunkami otoczenia. Łatwiej jest bowiem alokować poszczególne zasoby do zadania i w efekcie ograniczyć ich niepełne wykorzystanie oraz marnotrawstwo.

4.2.3. Założenia koncepcyjne modelu MAS

Model MAS przeznaczony jest dla środowiska zdecentralizowanego – ograniczonego. W tym miejscu należy wyjaśnić celowość użycia słowa „ograniczonego”. Prezentowany w poprzednim podrozdziale model MAPR dotyczył środowiska zcentralizowanego, dedykowanego dla przedsiębiorstw stosujących standardy RosettaNet. W podejściu MAS nie ma centralnego ośrodka nadzorującego, takiego jak konsorcjum RosettaNet, jednakże z uwagi na wspomnianą wyżej charakterystykę giełd elektronicznych, środowisko to jest w pewien sposób ograniczone liczbą, istniejących obecnie, giełd.

W modelu MAS wykorzystuje się ideę architektury zorientowanej na usługi (SOA, ang. Service Oriented Architecture), która umożliwia automatyzację zarówno uruchamiania pojedynczych usług, jak i ich integrację w złożone procesy biznesowe. Dzięki wspólnej definicji i językowi opisu usług, metod organizacyjnych oraz technicznych, adaptowalności i autonomicznego działania, SOA sprawdza się w projektach dotyczących technologii informacyjnych działających w systemach rozproszonych.²⁸⁷ Jest to o tyle istotne, że w modelu MAS zakłada się współpracę różnych uczestników (nawet konkurencyjnych względem

²⁸⁶ Tovey C., *The Honey Bee Algorithm: A Biological Inspired Approach to Internet Server Optimization*, Engineering Enterprise, the Alumni Magazine for ISyE at Georgia Institute of Technology, Spring 2004, s. 15.

²⁸⁷ <http://www.soa.edu.pl>, dostęp 20.02.2009.

siebie), działających na giełdach elektronicznych w celu kompleksowego zaspokojenia potrzeb swoich klientów. W literaturze przedmiotu taką formę współdziałania, w której występują relacje współpracy i konkurencji, określa się jako kooperencja (ang. *coopetition*).²⁸⁸

Giełda elektroniczna może mieć własny wewnętrzny mechanizm zarządzania transakcjami, który jednak musi być spójny z pozostałymi (zgodnie z założeniami SOA). Każda firma ma przypisany swój poziom priorytetyzacji (ang. *priority level*), który zależy: od wielkości lub wartości zakupu lub sprzedaży, liczby przeprowadzonych transakcji na danej giełdzie, rozmiaru przedsiębiorstwa, jego przychodów, kraju pochodzenia, przynależności do organizacji branżowej itp. Charakterystyka mechanizmu pierwszeństwa może być ustalana indywidualnie na każdej giełdzie.²⁸⁹ W najprostszym przypadku w pierwszej kolejności najwięcej zasobów mogą być przyznane agentom, które mają wyższą wartość funkcji przystosowania do środowiska.²⁹⁰

Zadanie polegające na znalezieniu nowego, spełniającego określone kryteria, dostawcy jest dość trudne i czasochłonne, szczególnie, gdy przedsiębiorstwo działa samo. Dlatego też podstawą modelu MAS jest koncepcja „sztucznego ula” (AH, ang. *Artificial Hive*), który służy do elektronicznego pozyskiwania zasobów. Skupia on grupę przedsiębiorstw z danej lub podobnej branży, poszukujących tego samego rodzaju zasobu (np. żelazo, plastik, opakowania, środki transportowe), które współpracują ze sobą w celu szybszego i bardziej efektywnego jego pozyskiwania. Ważną cechą wyróżniającą AH jest decentralizacja i krótkotrwałość. Jego uczestnicy mają możliwość szybkiego przystosowania do zmieniającego się rynku i zróżnicowanych wymagań dzięki wsparciu technologii informacyjnych. Przedsiębiorstwa komunikują się i wymieniają między sobą informacje bezpośrednio. Istota funkcjonowania AH jest koncepcyjnie podobna do tradycyjnego klastra biznesowego, jednak w przeciwieństwie do niego w AH nie ma znaczenia bliskość geograficzna. Przedsiębiorstwa, aby mogły ze sobą współpracować, nie muszą być ulokowane w jednym miejscu (zarezerwowanym najczęściej dla większych podmiotów) – wystarczy, że mają stałe połączenie z siecią Internet. Takie „sztuczne ule” są bardzo pomocnym rozwiązaniem dla małych i średnich przedsiębiorstw, które mogą reagować na wzrastającą presję globalizacji i redukcji kosztów (patrz podrozdz. 1.6) oraz zwiększyć swoją konkurencyjność i osiągnąć efekt

²⁸⁸ Cygler J., *Kooperencja, nowy typ relacji między konkurentami*, „Organizacja i Kierowanie” 2007, nr 2, s. 61-77; Sawicki J., *Kooperencja – strategia przyszłości*, „Marketing i Rynek 2005”, nr 3, s. 37-39.

²⁸⁹ Fuks K., Kawa A., Wieczerzycki W., *Improved e-Sourcing Strategy with Multi-Agent Swarms*, w: *Conference on Intelligent Agents, Web Technologies and Internet Commerce (IAWTIC 2008)*, IEEE Computer Society, Washington, USA 2009, s. 488-493.

²⁹⁰ Byrski A., Cetnarowicz K., Dreżewski R., Siwik L., *Agentowe metody inteligencji obliczeniowej*, w: *Rozwój informatycznych systemów wieloagentowych w środowiskach społeczno – gospodarczych*, red. Ganzha M., Paprzycki M., Sroka H., Stanek S., Wydawnictwo Placet, Warszawa 2008, s. 132.

synergii, wchodząc w relacje współpracy z innymi MŚP.²⁹¹ Oczywiste jest to, że im większa liczba przedsiębiorstw znajduje się w AH, to tym większe są możliwości znalezienia potrzebnego zasobu. Wszystkie dane dotyczące AH są przechowywane w bazie danych giełdy elektronicznej.

Należy pamiętać, że w przypadku AH, z powodu braku „bliskości geograficznej”, niektóre koszty operacyjne (np. koszty transportu) mogą być wyższe, ale rekompensuje się je niższymi kosztami: poszukiwania i wyboru dostawcy, wymiany informacji, zarządzania kontraktami oraz efektem synergii, niższych cen itp. Przedsiębiorstwa starają się to realizować między innymi przez częstsze dostawy mniejszych partii surowców i komponentów, przez co minimalizują koszty zamrożonego kapitału w zapasach i koszty magazynowania tychże zapasów (podnosząc jednocześnie koszty transportu).

W modelu MAS zakłada się również, że zasoby oferowane na giełdach są „sztucznym nektarem” (ang. artificial nectar). W danym AH znajdują się zasoby jednakowego rodzaju. Nie oznacza to jednak, że oferta giełd ogranicza się tylko do produktów pochodzących np. z jednej branży. Możliwości i zakres przedstawianych ofert mogą być rozszerzone do bardziej kompleksowych, zawierających np. usługi finansowe, logistyczne.²⁹² W takim przypadku powstają oddzielne AH dla każdego rodzaju zasobów, które można połączyć i na tej podstawie zbudować łańcuch dostaw przeznaczony do realizacji konkretnej transakcji biznesowej.

4.2.4. Cechy i funkcje agentów w modelu MAS

Agenty w prezentowanym modelu mają cechy charakterystyczne dla osobników z kolonii pszczół (patrz tab. 4.1). Są one bowiem samodzielne i potrafią: zrealizować postawiony im cel, niezależnie od pojawiających się trudności; dzielić zadania na mniejsze części i ustalać ich ważność. Ponadto cechuje je duża elastyczność i mobilność, co umożliwia ich przemieszczanie do różnych miejsc w sieci, gdzie wykonują swoje zadania.

Z uwagi na wymienione wyżej cechy kolonii pszczół warto podjąć próbę ich włączenia w systemy informatyczne, które wspierają elektroniczne pozyskiwanie zasobów (ang. e-sourcing). W szczególności atrakcyjne jest zaimplementowanie strategii kolonii pszczół w modelu agenta PSA (patrz podrozdz. 2.7), które razem mogą rozszerzyć obecne możliwości oferowane przez giełdy elektroniczne i sprostać powstającym ograniczeniom w nieprzewidywalnym oraz ciągle zmieniającym się otoczeniu biznesowym.

²⁹¹ Karaev A., Koh S.C.L., Szamosi L.T., The cluster approach and SME competitiveness: a review, "Journal of Manufacturing Technology Management" 2007, vol. 18, no. 7, s. 818-835.

²⁹² Stockdale R., Standing C., *A framework for the selection of electronic marketplaces: a content analysis approach*, "Internet Research: Electronic Networking Applications and Policy" 2002, vol. 12, no. 3, 221-234.

Tab. 4.1. Porównanie cech i zadań kolonii pszczół z agentami programowymi

Cechy i zadania kolonii pszczół	Cechy i zadania agentów
Mobilność	Mobilność
Muszą zebrać wystarczającą ilość nektaru	Muszą pozyskać potrzebną ilość zasobu
Ilość nektaru jest ograniczona	Ilość zasobów jest ograniczona
Środowisko, w którym działają, cały czas się zmienia (wydajność kwiatów, zmiany warunków pogodowych)	Otoczenie rynkowe, w którym działają, ciągle się zmienia (wzrost/spadek popytu, konkurencji)
Ograniczona liczba robotnic	Nieograniczona liczba agentów
Wyrwałość w realizacji celu	Orientacja na cele
Samooorganizacja	Autonomiczność
Adaptacyjność	Wnioskowanie

Źródło: Opracowanie własne.

W przedstawianym modelu MAS jest wykorzystana rozszerzona wersja agenta typu PSA (ang. extended PSA). Bazuje ona na dwóch nowych właściwościach: paralelizmie (ang. parallelism) i multiplikacyjności (ang. multiplication). W pierwszym przypadku, jeden agent pełnomocnik (PA) wysyła określoną liczbę agentów inicjujących (BA) w różne miejsca w sieci. Ich wspólnym celem jest znalezienie tak szybko, jak to tylko możliwe, najbardziej odpowiedniego środowiska (np. giełdę elektroniczną), aby zrealizować swoje zadanie. W drugim przypadku, pojedynczy agent może mieć wiele tzw. bliźniaczych instancji, które rezydują w różnych środowiskach i pracują asynchronicznie. Są one na bieżąco zasilane niezbędnym kodem przez tego samego agenta.²⁹³

Możliwość łatwej adaptacji do nowego środowiska sprawia, że agent szybko rozpoznaje specyfikę organizacji odwiedzanej giełdy, jej architekturę, dostępne funkcje i sposób pozyskiwania z niej informacji.²⁹⁴

Warto wyróżnić cechy oraz funkcje charakterystyczne dla agentów pełnomocników i agentów inicjujących, które występują w modelu MAS.

²⁹³ Fuks K., Kawa A., Wieczerzycki W., *Adaptation of Extended Polymorphic Self-Slimming Agent Model into e-Sourcing Platform*, w: *Proceedings of the International Multiconference on Computer Science and Information Technology*, vol. 3, Wisła 2008, s. 25-29.

²⁹⁴ Wieczerzycki W., *Giełdy elektroniczne... op. cit.*, s. 141.

Cechy i funkcje agenta PA:

- reprezentuje poszczególne podmioty (np. kupującego, dostawcę, operatora logistycznego) działające w środowisku giełd elektronicznych,
- komunikuje się z agentem inicjującym i z delegującymi go użytkownikami (użytkownik lub system informatyczny, np. ERP),
- przyjmuje żądania i pracuje według wskazówek oraz uprawnień przyznanych przez delegującego go użytkownika,
- informuje o postępie i rezultatach wykonywanych zadań,
- rozwiązuje problemy pojawiające się podczas szukania ofert,
- kooperuje z agentami z konkurencyjnych przedsiębiorstw,
- tłumaczy zadania na formę wiadomości ACL.

Cechy i funkcje agenta BA:

- przemieszcza się pomiędzy różnymi giełdami i przegląda oferty na nich dostępne,
- migrując do nowej lokalizacji przenosi się wraz z informacją już zdobytą,
- jest odpowiedzialny za sprawdzanie i porównywanie ofert,
- informuje agenta pełnomocnika o pojawieniu się nowej oferty i postępie jej realizacji,
- jest odpowiednikiem pszczoły (zwiadowcy, robotnicy) ze strategii kolonii pszczoł,
- opowiada za negocjacje warunków współpracy z agentem reprezentującym oferenta,
- jest zobowiązany do informowania agenta pełnomocnika o problemach i błędach w pozyskiwaniu i przetwarzaniu informacji, komunikacji itp.,
- może być zaangażowany w monitorowanie kontraktu i jego podpisywanie.

Trzeba tutaj zaznaczyć, że w tym samym czasie każda giełda jest przeszukiwana tylko przez jednego agenta reprezentującego każdy AH z osobna. Natomiast dostęp do giełdy jest przyznawany dowolnej liczbie agentów, które mogą pracować niezależnie lub współpracować z innymi agentami.

4.2.5. Ilustracja modelu MAS

Załóżmy, że pewne przedsiębiorstwo A chce kupić 10 000 ton plastiku za pośrednictwem giełdy elektronicznej. Oferta kupna zawiera liczne obostrzenia dotyczące, np. dysponowania odpowiednimi certyfikatami przez dostawcę, miejsca i terminu dostawy, środka transportowego, terminu i sposobu zapłaty. Znalezienie dostawcy, który spełnia takie wymagania, jest trudne i pracochłonne, w szczególności, gdy wyszukiwanie odbywa się bez

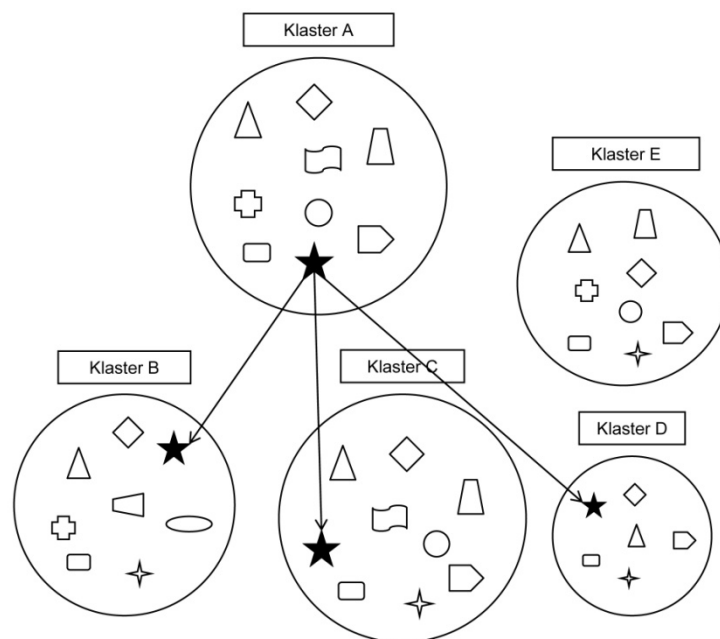
pomocy nowoczesnych rozwiązań informatycznych. Połączenie technologii agentowej i strategii kolonii pszczół może znacznie przyspieszyć ten proces.

1. W pierwszej kolejności, aby rozpocząć poszukiwanie dostawców, przedsiębiorstwo A musi utworzyć swój profil na jednej z dostępnych giełd elektronicznych.
2. Następnie firma deleguje swojego agenta pełnomocnika (PA) do znalezienia w środowisku giełdy „sztucznego ula” (AH), specyfikowanego dla danego zasobu. Jeśli nie ma takiego AH, to go tworzy, ale ciągle działa samodzielnie, szukając potencjalnych dostawców. Jeśli firma chce zostać częścią większego AH, to deleguje agenta do znalezienia go na innych giełdach. W tym celu PA wysyła agentów inicjujących (BA), aby przeszukali giełdy w Internecie. Firma może określić warunki, które AH musi spełniać (np. liczba przedsiębiorstw, ich wielkość, lokalizacja). Oczywiście, aby zwiększyć zasięg szukania potencjalnych partnerów i zasobów, firma może uczestniczyć w wielu AH znajdujących się na giełdach elektronicznych.
3. Dalej agent PA znajdujący się w AH deleguje swoich BA, które mają za zadanie znalezienie precyzyjnie opisanych zasobów (jakość, liczba, cena, warunki dostawy, płatności itp.). Warunki poszukiwań są określone indywidualnie przez każde przedsiębiorstwo. Każdy warunek może być wyrażony w postaci liczby lub tekstu (opisu). W celu łatwiejszego porównania tzw. warunków jakościowych (np. sposób płatności, doświadczenie, elastyczność), zaleca się ich skwantyfikowanie (patrz podrozdz. 3.5). Każdy AH charakteryzuje się również pewną wielkością popytu, która stanowi sumę popytu wszystkich jego uczestników.
4. W kolejnym kroku BA (podobnie jak pszczoły zwiadowcy) odwiedza wszystkie potencjalne giełdy elektroniczne (źródła) i szuka potrzebnego zasobu (nektaru), który spełnia zdefiniowane kryteria. Jeśli agent znajdzie właściwe źródło, to rezerwuje odpowiednią liczbę jednostek.
5. Następnie BA wraca do „sztucznego ula” i informuje o cechach charakterystycznych zasobu inne BA (odpowiedniki pszczół zbieraczek) ze swojego ula (cena, warunki dostawy itp.), jak i z tego, którego jest uczestnikiem (patrz rys. 4.5). W ten sposób informacja o znalezionym zasobie może zostać szybciej rozpropagowana. Cechy charakterystyczne znalezionego, podobnie jak warunki poszukiwanego, zasobu powinny być skwantyfikowane, aby były łatwo porównywalne. Dodatkowo zasób ten zawiera informacje o „kierunku” i „dystansie”.²⁹⁵ „Kierunek” jest rozumiany jako: adres IP (ang. Internet Protocol)

²⁹⁵ Te właściwości są zaadaptowane ze strategii kolonii pszczół.

giełdy elektronicznej, a „dystans” jako typ połączenia, szybkość serwera, rodzaj platformy, urządzenia itp.

6. W kolejnym kroku mogą zachodzić dwie sytuacje:
 - a. Jeśli ilość znalezionej zasobu jest większa lub równa popytowi AH, to wszystkie BA migrują do konkretnej giełdy elektronicznej i przystępują do pozyskiwania znalezionych zasobów. Całkowity popyt AH zostaje zaspokojony.
 - b. W innym przypadku najpierw zaspokajany jest popyt przedsiębiorstwa, którego agent znalazł zasób jako pierwszy, dopiero potem kolejne agenty z AH mogą pozyskać znaleziony zasób. Zasób może być podzielony między agentami według różnych metod (pierwsze przyszło - pierwsze kupiło, proporcjonalnie, według wielkości obrotów, doświadczenia itp.).
7. W przypadku niezaspokojenia popytu agenty PA kontynuują przeglądanie innych giełd elektronicznych i szukają zasobów, które spełniają określone kryteria. Powtarzają one ten proces tak długo, aż całkowity popyt zostanie zaspokojony.



Rys. 4.5. Informowanie o znalezionym zasobie agentów swojego przedsiębiorstwa rezydujących w innych klastrach

Źródło: Opracowanie własne.

4.2.6. Komunikacja między agentami za pomocą protokołów FIPA

Dla właściwej realizacji przedstawionego wyżej algorytmu, niezmiernie ważna jest komunikacja między agentami poszczególnych przedsiębiorstw. W modelu MAS agenty wymieniają informacje między sobą za pomocą języka ACL (ang. Agent Communications

Language) korzystając z protokołów FIPA, w szczególności z FIPA Communicative Act Library Specification²⁹⁶, które zapewniają współdziałanie systemów agentowych. Protokoły te definiują syntaktykę, semantykę (patrz podrozdz. 4.3) i pragmatykę tworzonych wiadomości. Dzięki temu możliwe jest przesyłanie wiadomości między niezależnie zaprojektowanymi i rozwijanymi systemami agentowymi. Poniżej zaprezentowano kilka przykładowych protokołów interakcji między agentami.

Przed rozpoczęciem rezerwacji wyszukiwania zasobu wykorzystywany jest protokół interakcji (CFP, ang. Call for Proposal), w którym jeden agent (w tym przypadku „Buyer” reprezentujący kupującego) składa ofertę kupna innemu agentowi („eMarket” reprezentujący giełdę elektroniczną). Kupujący prosi środowisko giełdy elektronicznej o przesłanie propozycji sprzedaży maksymalnie 10 000 ton plastiku za cenę wynoszącą mniej niż 60 jednostek za tonę (patrz rys. 4.6). Przedstawiona propozycja ma swój identyfikator „bid000001”, który ułatwia komunikację między agentami przez odwoływanie się do niego w innych komunikatach. W protokole występuje też odwołanie do ontologii (patrz podrozdz. 4.3), która zawiera specyfikację nazw terminów i ich znaczeń w zakresie dostawców plastiku.

```
(cfp
 :sender (agent-identifier :name Buyer)
 :receiver (set (agent-identifier :name eMarket))
 :content
  "((action (agent-identifier :name eMarket)
    (sell plastic max 10 000))
   (any ?x (and (= (price plastic) ?x) (< ?x 60))))"
 :ontology plastic-suppliers
 :reply-with bid000001
 :language fipa-sl)
```

Rys. 4.6. Złożenie propozycji w języku ACL

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: standard FIPA Communicative Act Library Specification, <http://www.fipa.org/specs/fipa00037/SC00037J.html>, dostęp 03.02.2009.

Adresat propozycji może przyjąć ofertę (ang. Accept Proporsal – patrz. rys. 4.7) lub ją odrzucić (ang. Reject Proporsal – patrz rys. 4.8), np. z powodu zbyt niskiej ceny. Jeśli zachodzi pierwszy przypadek, to następuje dalsza komunikacja mająca na celu wykonanie proponowanej akcji, jeśli drugi, to agent kontynuuje poszukiwanie i wysyła komunikat CFP do innych agentów typu eMarket.

²⁹⁶ <http://www.fipa.org/specs/fipa00037/SC00037J.html>, dostęp 03.02.2009.

```
(accept-proposal
 :sender (agent-identifier :name eMarket)
 :receiver (set (agent-identifier :name Buyer))
 :content
  "((action (agent-identifier :name Buyer)
    (sell plastic 10 000))
   (price 50))"
 :ontology plastic-suppliers
 :in-reply-to bid000001
 :language fipa-sl)
```

Rys. 4.7. Przyjęcie oferty w języku ACL

Źródło: Ibidem.

```
(reject-proposal
 :sender (agent-identifier :name eMarket)
 :receiver (set (agent-identifier :name Buyer))
 :content
  "((action (agent-identifier :name Buyer)
    (sell plastic 10 000))
   (min price 100)
   (price-too-low 50))"
 :in-reply-to bid000001
 :language fipa-sl)
```

Rys. 4.8. Odrzucenie oferty w języku ACL

Źródło: Ibidem.

Po zrealizowaniu zlecenia sprzedaży agent reprezentujący kupującego wysyła informację potwierdzającą (ang. Confirm – patrz rys. 4.9), że dostawa dotarła do niego na czas, była kompletna i bezbłędna (OTIF, ang. on-time, in-full, error-free) lub odwrotnie, że dostawa nie spełniła (ang. Disconfirm) warunku OTIF (patrz rys. 4.10). Na ich podstawie tworzy się opinie o sprzedawcy, które mogą być później brane pod uwagę przez innych kupujących.

```
(confirm
 :sender (agent-identifier :name Buyer)
 :receiver (set (agent-identifier :name eMarket))
 :content
  "deliver (on-time, in-full, error-free)"
 :language fipa-sl)
```

Rys. 4.9. Potwierdzenie właściwej realizacji zadania w języku ACL

Źródło: Ibidem.

```
(disconfirm
 :sender (agent-identifier :name Buyer)
 :receiver (set (agent-identifier :name eMarket))
 :content
  "deliver (on-time, in-full, error-free)"
 :language fipa-sl)
```

Rys. 4.10. Potwierdzenie niewłaściwej realizacji zadania w języku ACL

Źródło: Ibidem.

Kolejnym interesującym protokołem jest protokół prośby o wykonanie określonego zadania (ang. Request – patrz rys. 4.11). Agent Buyer, który kupił zasób na giełdzie towarowej, chciałby zlecić operatorowi logistycznemu (3PL) realizację wysyłki. W tym celu przekazuje dane dotyczące numerów kontenerów i lokalizacji podanej we współrzędnych GPS (ang. Global Positioning System).

```
(request
 :sender (agent-identifier :name Buyer)
 :receiver (set (agent-identifier :name 3PL))
 :content
  "((action (agent-identifier :name 3PL)
    (deliver containers000093-001956 (loc 49°31.607 'N 22°12.096'E))))"
 :protocol fipa-request
 :language fipa-sl
 :reply-with order00678)
```

Rys. 4.11. Prośba o wykonanie określonego zadania w języku ACL

Źródło: Ibidem.

Agent 3PL może się zgodzić (ang. Agree) na wykonanie zadania, o które prosi inny agent Buyer (patrz rys. 4.12) lub odmówić (ang. Refuse).

```
(agree
 :sender (agent-identifier :name 3PL)
 :receiver (set (agent-identifier :name Buyer))
 :content
  "((action (agent-identifier :name 3PL)
    (deliver containers000093-001956 (loc 49°31.607 'N 22°12.096'E)))
    (priority order00678 high))"
 :in-reply-to order00678
 :protocol fipa-request
 :language fipa-sl)
```

Rys. 4.12. Zgoda na wykonanie zadania w języku ACL

Źródło: Ibidem.

Inny komunikat, który może być przesyłany między agentami, to prośba o przesłanie dodatkowych informacji (ang. Query Ref – patrz rys. 4.13). Agent Buyer prosi o przesłanie informacji dotyczących usług oferowanych przez 3PL.

```
query-ref
:sender (agent-identifier :name Buyer)
:receiver (set (agent-identifier :name 3PL))
:content
  "((all ?x (available-service j ?x)))"
:in-reply-to order00678
:protocol fipa-query
:language fipa-sl)
```

Rys. 4.13. Prośba o dodatkowy opis w języku ACL

Źródło: Ibidem.

W odpowiedzi na powyższą prośbę 3PL informuje (ang. Inform), że oferuje usługi w zakresie transportu, magazynowania i pakowania (patrz 4.14)

```
(inform
:sender (agent-identifier :name 3PL)
:receiver (set (agent-identifier :name Buyer))
:content
  "(= (all ?x (available-service 3PL ?x))
      (set (forwarding service)
            (warehousing service)
            (co-packing service))))"
:ontology logistic-services
:in-reply-to order00678
:protocol fipa-query-ref
:language fipa-sl)
```

Rys. 4.14. Poinformowanie w języku ACL

Źródło: Ibidem.

Takich komunikatów przesyłanych między agentami jest bardzo wiele. Jednakże, z uwagi na ich analogiczną budowę, ograniczono się w tej rozprawie do prezentacji tych najważniejszych.

4.3. Model systemu wieloagentowego zdecentralizowanego – nieograniczonego, wykorzystujący ideę sieci semantycznych

Jak zauważono wcześniej, brak większych barier w zakresie dostępu do Internetu sprawił, że udział w łańcuchach dostaw nie ogranicza się wyłącznie do dużych firm, ale obejmuje także

coraz częściej średnie i małe przedsiębiorstwa (patrz podrozdz. 2.5). Jednakże brak spójności procesów odbywających się w poszczególnych przedsiębiorstwach i różnorodność systemów informatycznych, którymi dysponują, powodują znaczne utrudnienia w konfigurowaniu łańcuchów dostaw (patrz rozdz. 2). Potrzebne są zatem rozwiązania, które umożliwią sprawne tworzenie i automatyczne pozyskiwanie danych o przedsiębiorstwach oraz ich zasobach znajdujących się w sieci Internet. Takim rozwiązaniem jest przedstawiony w tej części rozprawy model MASEW (ang. Multi-Agent based on Semantic Web).

Model MASEW zaprojektowany jest dla środowiska zdecentralizowanego – nieograniczonego. MASEW, podobnie jak model MAS (zaprezentowany w poprzednim podrozdziale), nie ma centralnego ośrodka nadzorującego, który narzuca ściśle standardy komunikacji, tworzenia dokumentacji itp. Jednakże, w przeciwieństwie do niego, środowisko nie jest w żaden sposób ograniczone. To znaczy, że każde przedsiębiorstwo na świecie mające dostęp do Internetu może rozpropagować informację o swojej działalności, oferowanych produktach itp. i zostać uczestnikiem łańcucha dostaw (oczywiście stosując zasady zaproponowane w modelu).

Model MASEW stanowi połączenie technologii agentowej z koncepcją sieci semantycznej i jej elementami (XML, RDF, ontologie).

4.3.1. Koncepcja sieci semantycznej

Warto w tym miejscu przybliżyć, czym jest wspomniana wyżej *sieć semantyczna* (ang. semantic web). Jest to inicjatywa, która ma przyczynić się do zaprojektowania i rozpowszechnienia standardów opisywania treści w Internecie, umożliwiających programom komputerowym (np. agentom programowym) przetwarzanie informacji w sposób odpowiedni do ich znaczenia. Jej prekursorzy uważają ją za rozszerzenie obecnie funkcjonującej sieci stron WWW i są przekonani, że usprawni ona współpracę między użytkownikiem a komputerem.²⁹⁷ Sieć semantyczna jest więc nowym paradygmatem, w którym użycie ontologii (patrz dalej), umożliwia zarządzanie wiedzą.²⁹⁸

Sieć semantyczna, podobnie jak Internet, ma być docelowo bardzo zdecentralizowanym środowiskiem. Rozproszone systemy operujące w tej sieci, działające dla dużych korporacji, jak i zwykłych użytkowników, będą dostarczać szereg dodatkowych usług, bardzo trudnych do zrealizowania w obecnie funkcjonującym WWW. Sieci semantyczne

²⁹⁷ Berners-Lee T., Hendler J., Lassila, O., *A New Form of Web Content that is Meaningful to Computers will Unleash a Revolution of New Possibilities*, "Scientific American" 2001, vol. 284, no. 5.

²⁹⁸ Douligeris C., Tilipakis N., *A knowledge management paradigm in supply chain*, "Euromed Journal of Business" 2006, vol. 1, no. 1, s. 66-83.

umożliwią: automatyczny dostęp do informacji, ich przetwarzanie i analizowanie przez programy komputerowe. Powstanie ogromna sieć wiedzy, a różne zautomatyzowane usługi będą pomagać użytkownikowi wykonywanie skomplikowanych zadań przez dostęp do informacji rozumianej przez komputery.²⁹⁹ Ponadto, sieć semantyczna da możliwość członkom różnych organizacji używania własnych znaczników danych, bez konieczności uzgadniania sztywnych reguł w ramach określonej dziedziny działalności. Narzędzia sieci semantycznej „wiedzą” bowiem, że dana kategoria X w jednej bazie danych oznacza to samo, co kategoria Y w innej. Co więcej, jeśli w pierwszej bazie danych jakkolwiek kategoria zmieni się, to inne bazy danych oraz proces ich integracji zrozumieją te zmiany i automatycznie się do nich przystosują.

Główną cechą sieci semantycznej jest *interoperacyjność*, czyli zdolność do współdziałania systemów informatycznych, polegającą na bezpiecznej wymianie danych o określonej strukturze i wzajemnym wykorzystywaniu tych danych przez tworzenie z nich informacji.³⁰⁰ Komunikacja między systemami informatycznymi odbywa się niezależnie od:

- języka, w którym te systemy zostały napisane,
- platformy i systemu operacyjnego, w którym funkcjonują,
- wykorzystywanego w nich standardu wymiany informacji.

Ta cecha powoduje, że idea sieci semantycznych bardzo dobrze wpisuje się w specyfikę elektronicznych łańcuchów dostaw.

Podstawą funkcjonowania sieci semantycznych jest język XML (patrz podrozdz. 2.6). Mimo że opisuje on zasób w czytelny sposób, to nie przekazuje jego faktycznego znaczenia. Pomocny jest tu schemat opisu zasobów RDF (ang. Resource Description Framework), który uzupełnia XML i sprawia, że informacja w Internecie nabiera wartości. Opis zasobu zakodowany jest za pomocą trójelementowych obiektów przypominających zdanie złożone z podmiotu, orzeczenia i dopełnienia. Trójki te można zapisywać przy użyciu znaczników XML. Struktura RDF bazuje na stwierdzeniach typu: określona rzecz (np. osoba, przedmiot, strona WWW) pozostaje w pewnej relacji (np. jest dostawcą..., składa się z....) z jakąś inną rzeczą. Dzięki temu w naturalny sposób można opisać większość danych przetwarzanych przez komputery.³⁰¹ Ponadto, RDF umożliwia wielokrotne wykorzystanie takich ustrukturyzowanych metadanych.³⁰²

²⁹⁹ Jacyno M., *Sieci Semantyczne - WWW następnej generacji*, <http://www.e-biznes.pl>, dostęp 01.11.2008.

³⁰⁰ Abramowicz W., *Zejście z drzewa, czyli interoperacyjność*, „CEO” 2004, nr 5.

³⁰¹ Opisują zbiory danych, określane również jako „dane o danych”.

³⁰² Barners-Lee T., Hendler J., Lassila O., *Sieć Semantyczna*, „Świat Nauki” 2001, nr 7, s. 44-46.

Zastosowanie XML w połączeniu z RDF nie rozwiązuje wszystkich problemów związanych z opisem zasobów informacyjnych znajdujących się w Internecie. Język ludzki umożliwia zastosowanie tych samych słów w różnym kontekście i znaczeniu. Komputery, które mają za zadanie zautomatyzować przetwarzanie informacji, nie są w stanie stwierdzić, co autor informacji miał dokładnie na myśli, używając danego słowa czy wyrażenia. Ten problem rozwiązują jednak tzw. ontologie.³⁰³

Ontologię (ang. ontology) określa się jako „reprezentację dystrybuowanej konceptualizacji określonej domeny”³⁰⁴ lub jako „formalną specyfikację konceptualizacji”³⁰⁵. „Konceptualizacja” w tych definicjach oznacza rodzaje rzeczy, ich możliwe relacje i prawdopodobne zastosowanie. Ontologie łączą ze sobą terminy ze słowników z identyfikowanymi jednostkami i udostępniają definicje służące uściśleniu znaczenia tych terminów.³⁰⁶

W prezentowanym w tej części pracy modelu MASEW ontologia produktów i dostawców określonej branży jest używana jako trwała specyfikacja nazw terminów oraz ich znaczeń, co może stanowić podstawę dla rozwijania tzw. systemów branżowych. Ontologie przedstawiają ogólne pojęcia, takie jak: przestrzeń, czas, obiekt, proces, działanie, ale także bardziej szczegółowe pojęcia, opisujące słownik związany z określonym obszarem (np. logistyka, marketing) lub też zadania/działania (np. transport, sprzedaż).

Warto zauważyć, że ontologie wykorzystują obiektową naturę świata – człowiek spoglądając na świat widzi obiekty i relacje, jakie zachodzą między nimi.³⁰⁷ Ich głównym zadaniem jest ułatwienie wymiany wiedzy i komunikacji między systemami komputerowymi w rozproszonym środowisku, jakim jest Internet. W założeniu jej projektantów zgromadzona i przechowywana wiedza o strukturze ontologii powinna być zrozumiała nie tylko dla komputerów, ale także dla ich użytkowników. Systemy EDI (patrz podrozdz. 2.4) tego nie zapewniają.

³⁰³ Fuks K., *Potop informacji - bariera na drodze do ery społeczeństwa informacyjnego*, w: *Era społeczeństwa informacyjnego: wyzwania, szanse, zagrożenia*, red. Kleban J., Wieczerzycki W., Wydawnictwo Wyższej Szkoły Komunikacji i Zarządzania, Poznań 2005, s. 43-48.

³⁰⁴ Gruber T., *A translation Approach to Portable Ontology Specification*, "Knowledge Acquisition" 1993, vol. 5, s. 199.

³⁰⁵ Hodge G., *Taxonomy of Knowledge Organization Sources/Systems*, <http://nkos.slis.kent.edu>, dostęp 01.11.2008.

³⁰⁶ Nahotko M., *Semantyczny Web i jego ontologie*, Biuletyn EBIB nr 9/2003, Warszawa 2003, <http://ebib.oss.wroc.pl/2003/49/nahotko.php>, dostęp 20.01.2009.

³⁰⁷ Rusin M., *Ontologie, ich integracja oraz zastosowania*, w: *Rozwój informatycznych systemów wieloagentowych w środowiskach społeczno – gospodarczych*, red. Ganzha M., Paprzycki M., Sroka H., Stanek S., Wydawnictwo Placet, Warszawa 2008, s. 202.

W modelu MASEW do wyrażenia ontologii zastał użyty język OIL (ang. Ontology Inference Layer lub Ontology Interface Layer), który powstał z myślą o sieciach semantycznych.³⁰⁸ Na rys. 4.15 przedstawiono przykład prostych ontologii, które opisują zasoby i procesy oraz zależności występujące między nimi w łańcuchu dostaw.

<pre> class-def dystrybutor class-def producent subclass-of NOT dystrybutor class-def dostawca subclass-of ogniwo_lancucha_dostaw class-def towar slot-constraint <i>is-part-of</i> has-value dostawa class-def 3PL subclass-of ogniwo_lancucha_dostaw slot-constraint <i>wspolpracuje</i> value-type producent AND (slot-constraint <i>is-part-of</i> has-type dystrybutor) class-def dostawa_calopojazdowa subclass-of dostawa slot-constraint dostarczany has-value dystrybutor, producent </pre>	<p>Dystrybutorzy są klasą Producenci są klasą, ale nie należą do klasy dystrybutorów</p> <p>Dostawcy są rodzajem ogniwa łańcucha dostaw</p> <p>Towar jest częścią dostawy</p> <p>3PL jest ogniwnem łańcucha dostaw</p> <p>3PL współpracuje z producentami i częścią dystrybutorów</p> <p>Dostawa całopojazdowa to dostawa, która jest dostarczana do dystrybutorów i producentów</p>
---	--

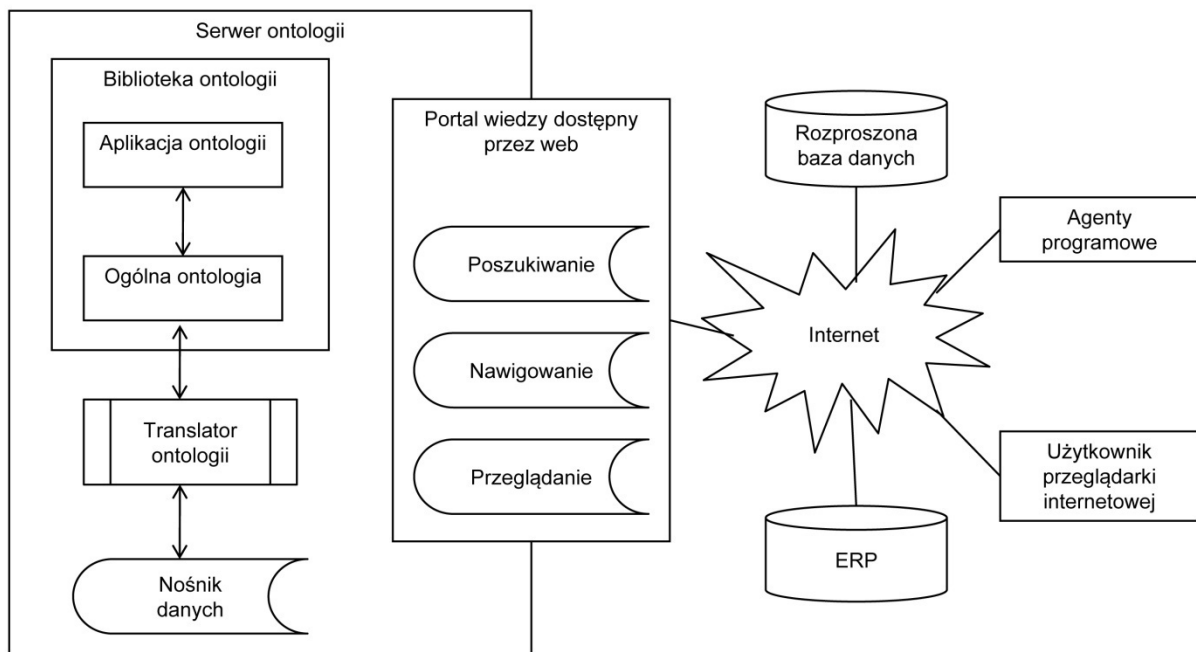
Rys. 4.15. Przykład ontologii w języku OIL z objaśnieniem

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: <http://www.ontoknowledge.org/oil>, dostęp 01.11.2008.

Ontologie przechowywane są na odpowiednich serwerach, z których mogą korzystać różne aplikacje w sieci Internet. Na rys. 4.16 zaprezentowana jest architektura serwera ontologii, gdzie dane są przechowywane głównie w relacyjnych bazach danych lub na innych zasobach informacji, jak np. repozytorium ERP (jako kompleksowy system utrzymujący dane) i pliki (jako prostsza forma nośnika danych). Głównym komponentem serwera jest biblioteka ontologii, która musi mieć indeks wskazujący, umożliwiający znalezienie indywidualnej

³⁰⁸ Nahotko M., *Semantyczny Web... op. cit.*

jednostki zasobu. Każde połączenie w tej bibliotece odpowiada danemu zagadnieniu i istnieje specyficzna ontologia opisu tego zagadnienia.³⁰⁹



Rys. 4.16. Architektura serwera ontologii

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Chandra C., Grabis J., *Supply Chain Configuration... op. cit.*, s. 155.

Ontologie mają wiele zastosowań. Mogą one służyć jako precyzyjne medium, w którym pracownicy dzielą się swoją wiedzą ekspercką i umiejętnościami, mogą być użyte przez inżynierów oprogramowania jako specyfikacja w rozwoju kompleksowych aplikacji, a także zostać użyte przez osoby podejmujące decyzje menedżerskie. Jednakże bardzo duże możliwości ontologii upatruje się w ich zastosowaniu w łańcuchach dostaw.³¹⁰ Taki łańcuch dostaw zarządzany jest przez zbiór agentów, w którym każdy jest odpowiedzialny za jedno lub więcej zadań i każdy oddziałuje na inne agenty. Serwer ontologii umieszczony w Internecie służy jako biblioteka, która jest dostępna dla członków sieci przedsiębiorstw i reprezentujących ich agentów.

³⁰⁹ Chandra C., Grabis J., *Supply Chain Configuration... op. cit.*, s. 154.

³¹⁰ Miklas-Kalczyńska M., *Internet Semantyczny w zarządzaniu łańcuchem dostaw*, „GazetaIT” 2005, nr 30, <http://www.gazeta-it.pl>, dostęp 01.11.2008.

4.3.2. Rodzaje agentów w modelu MASEW

Jak wspomniano w podrozdziale 2.7, w środowiskach silnie rozproszonych, takich jak sieć Internet, można wyróżnić dwa rodzaje agentów zarządzających – agent stacjonarny, mający do dyspozycji innych agentów, i agent typu PSA o dwuczłonowej budowie.

W modelu MASEW zastosowano pierwszy rodzaj agenta zarządzającego. W celu pozyskiwania informacji agent zarządzający (LA, ang. Leader Agent) wykorzystuje grupę agentów mobilnych, które deleguje do zbierania określonych informacji od potencjalnych partnerów biznesowych. Umożliwia on również tworzenie agentów na innym komputerze przez przesłanie niezbędnych parametrów. Na bazie tych informacji agent zarządzający podejmuje odpowiednie decyzje odnośnie do dalszych działań (np. doprecyzowanie warunków współpracy, informowanie delegującego go użytkownika).³¹¹ Agent ten jest najbardziej kompleksowy i zarządza złożonymi procesami. Jest odpowiedzialny za kooperację, komunikację i negocjacje z agentami reprezentującymi inne przedsiębiorstwa. Współpracuje on z grupą agentów, która zarazem tworzy system wieloagentowy.³¹²

- *Agent Eksplorator* (SA, ang. Searching Agent) – jest to agent należący do grupy najbardziej mobilnych agentów, które są odpowiedzialne za szukanie w sieci Internet i wybieranie właściwych (spełniających określone kryteria) partnerów handlowych dla konkretnego scenariusza współpracy. Mogą powiadamiać Agentą Weryfikatora (patrz dalej) o niezgodnościach semantycznych znalezionych informacji.
- *Agent Oferent* (OA, ang. Offering Agent) – reprezentuje przedsiębiorstwa (np. dostawców poszczególnych rzędów, firmy logistyczne, centra dystrybucyjne), które składają oferty sprzedaży produktu lub usługi.
- *Agent Informator* (IA, ang. Informing Agent) – jest odpowiedzialny zarówno za informowanie Agentą Lidera o tym, że dane przedsiębiorstwo umieściło (np. na serwerze giełdy elektronicznej, stronie WWW) interesującą ofertę, jak i powiadamianie agentów partnerów handlowych o możliwości rozpoczęcia współpracy z Agentem Liderem, w momencie spełnienia określonych kryteriów.
- *Agent Negocjator* (NA, ang. Negotiating Agent) – reprezentuje partnerów handlowych, w których imieniu negocjuje warunki współpracy z Agentem Liderem.

³¹¹ Fuks K., Kawa A., *Dynamiczne konfigurowanie... op.cit.*, s. 45-46.

³¹² Kawa A., *Zastosowanie sieci semantycznej i systemu wieloagentowego w nawiązywaniu współpracy między uczestnikami łańcucha dostaw w środowisku zdecentralizowanym*, w: *Logistyka i zarządzanie produkcją – narzędzia, techniki, metody, modele, systemy*, red. Fertsch M., Grzybowska K., Stachowiak A., Instytut Inżynierii Zarządzania Politechniki Poznańskiej, Poznań 2008, s.137.

- *Agent Weryfikator* (VA, ang. Verifying Agent) – weryfikuje ontologie; współdziała z narzędziem do sprawdzenia poprawności semantycznej zamieszczonych przez partnerów handlowych informacji.

Agenty poszczególnych przedsiębiorstw współpracują ze sobą, koordynują i negocjują warunki, aby osiągnąć wspólny cel, podczas gdy każdy agent może próbować zapewnić własny interes delegującego go użytkownika. Trzeba tutaj zauważyć, że agenty reprezentujące przedsiębiorstwa, nawet względem siebie konkurencyjne, mogą nawiązać ze sobą współpracę, po to, aby sprostać wymaganiom zapytania ofertowego przedstawionego przez klienta (dzieje się to na przykład w sytuacji, w której pojedyncze przedsiębiorstwo nie ma wystarczających możliwości produkcyjnych) (patrz podrozdz. 4.1 i 4.2). Komunikacja między agentami i agentami a użytkownikiem jest asynchroniczna, co oznacza, że nie wymaga się potwierdzenia otrzymania wiadomości przez odbiorcę, aby agent mógł kontynuować pracę bez zbędnych przerw. Agenty i użytkownicy są informowani automatycznie po zajściu jakiegoś zdarzenia, np. w momencie pojawienia się nowej oferty.

Warto także dodać, że dostęp do sieci semantycznych nie wymaga dysponowania specjalistycznymi systemami informatycznymi. Jak zaznaczono wcześniej, informacje mogą być przetwarzane w formacie czytelnym przez inne komputery, jak również użytkowników. Dzięki temu MŚP mają większą możliwość zdobywania i wymiany informacji wewnątrz konkretnej sieci przedsiębiorstw, a przede wszystkim budowania własnych relacji z innymi podmiotami gospodarczymi.

Wyszukiwanie potencjalnych partnerów biznesowych przez agenty programowe w sieci semantycznej może odbywać się w sposób pobieżny lub pogłębiony. W pierwszym przypadku agenty przeszukają sieć tylko z tymi stronami internetowymi, na których występują dane pojęcia o ściśle zdefiniowanym znaczeniu, a nie słowa kluczowe, często wieloznaczne. W drugim przypadku agent będzie szukał bardziej dokładnie, analizował kolejne strony w sieci i przekazywał odpowiednie informacje do innych agentów. Pierwsze rozwiązanie jest o wiele szybsze, ale mniej precyzyjne niż drugie.

4.3.3. Ilustracja modelu MASEW

Przypuśćmy, że firma A chce kupić 5 000 ton stali, z terminem dostawy wynoszącym 30 dni i odroczoną płatnością równą 60 dni. Miejscami dostawy są zakłady produkcyjne zlokalizowane w trzech miastach znajdujących się na terenie Polski. Firma ma dodatkowe wymagania. Dostawca materiału musi mieć swoją siedzibę na terenie Poznania, dziesięcioletnie doświadczenie, być członkiem krajowego związku dostawców stali, mieć na liście swoich klientów najbliższą konkurencję firmy A. Stal powinna także spełniać określone kryteria

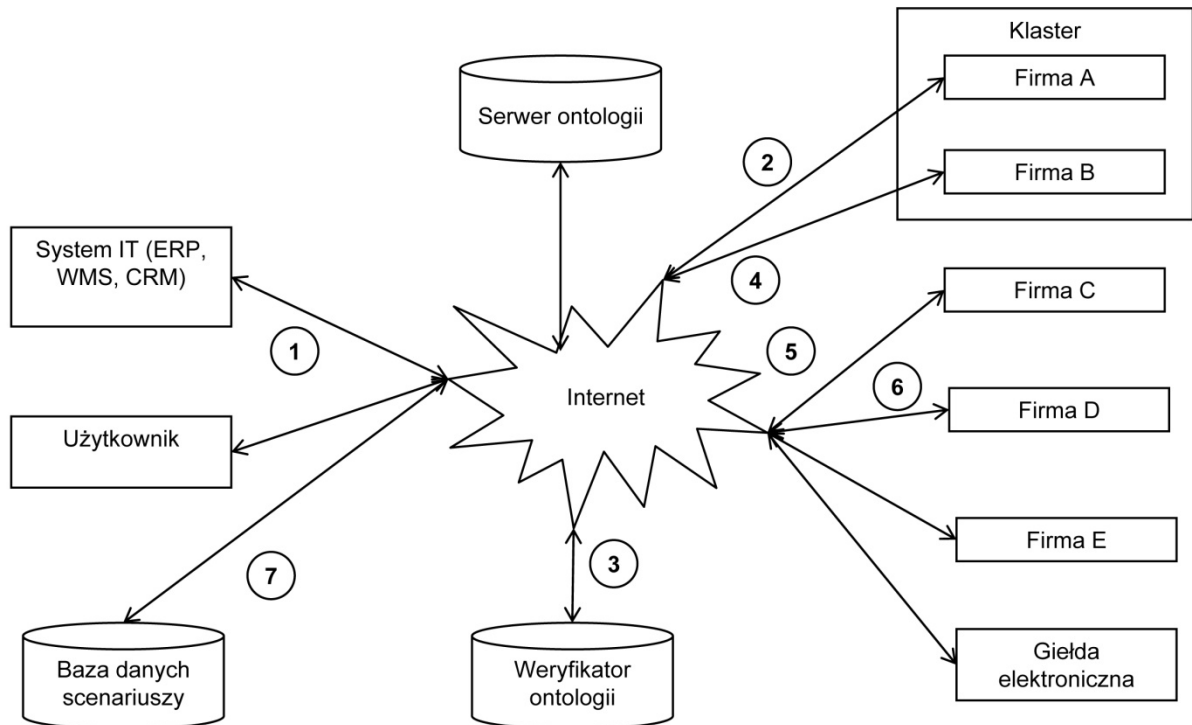
jakościowe. Żelazo ze stopu stali ma być dostarczone przez najlepsze firmy wydobywcze w kraju.

Samodzielna realizacja takiego scenariusza byłaby dość pracochłonna. Firma musiałby przejrzeć strony internetowe wszystkich podmiotów gospodarczych, które mają swoją siedzibę w stolicy Wielkopolski, pomijając przedsiębiorstwa z innych miejscowości, przeglądnąć też stronę związku dostawców stali i sprawdzić, czy jest tam ta firma wpisana. Należałoby wyeliminować z listy te firmy, które nie produkują stali według zadanej specyfikacji itd.

Dzięki zastosowaniu sieci semantycznej i technologii agentowej można to zrobić znacznie łatwiej. Poniżej znajduje się procedura znajdowania partnera biznesowego przez agentów według przedstawionego scenariusza (patrz rys. 4.17).

1. Firma A (lub jej system informatyczny) zleca swojemu agentowi wyszukującemu (SA) wykonanie zadania (w tym przypadku polega ono na znalezieniu dostawcy stali potrzebnej do wyprodukowania karoserii do samochodu osobowego według zadanych wcześniej kryteriów wyszukiwania).
2. SA za pośrednictwem hiperłącz dociera przez sieć do ontologii definiujących kluczowe pojęcia. Potem komunikuje się z Agentami Oferentami (OA) reprezentującymi potencjalnych dostawców, przewoźników itp., i zbiera od nich oferty, a następnie przekazuje je do Agenta Lidera (LA), który je dokładnie analizuje.
3. Jeśli w którymś przypadku SA nie ma jasności odnośnie do treści przedstawionej w ofercie, może zlecić Agentowi Weryfikatorowi sprawdzenie ontologii i skontaktowanie się z jej wydawcą.
4. Przed wybraniem oferty LA pyta agenta dostawcy OA, czy jest ona nadal aktualna. Jeśli nie, to cała procedura jest powtarzana, a jeśli tak, to rezerwuje dostępne zasoby. LA może dokonywać rezerwacji u wielu dostawców, zwłaszcza, gdy pojedynczy dostawca nie jest w stanie samodzielnie zaspokoić jego popytu. Poszczególne OA (w szczególności konkurenci) mogą też nawiązać ze sobą współpracę, żeby zrealizować zamówienie. Odbywa się to na zasadzie tworzenia klastra (patrz rys. 4.17).
5. Po wybraniu oferty LA informuje o tym agenty reprezentujące strony biznesowe (NA) i rozpoczyna z nimi negocjacje dotyczące ilości zamówionego towaru, terminu dostawy, ceny itp.
6. Jeśli negocjacje kończą się sukcesem, to następuje nawiązanie współpracy i agenty podpisują zlecenie wykonania usługi w imieniu firm, które reprezentują.

- Po zakończeniu współpracy LA zapisuje informacje o przeprowadzonym scenariuszu w swojej bazie danych, po to, aby firma mogła w przyszłości ponownie z niego skorzystać.



Rys. 4.17. Model systemu wieloagentowego MASEW, bazujący na idei sieci semantycznej

Źródło: Opracowanie własne.

Poszczególne strony informowane są o kolejnych krokach przedtransakcyjnych, ale także o tych, które odbywają się w trakcie i po realizacji zlecenia (np. o odchyleniu czasowym, braku towaru, jego uszkodzeniu i zwrocie).

4.3.4. Opis zasobów w modelu MASEW

Jak zaznaczono wcześniej, w przypadku systemów wieloagentowych bardzo ważna jest ujednoczona komunikacja pomiędzy wszystkimi agentami, aby nie powstawały nieporozumienia w osiąganiu określonych celów. Agenty w modelu MASEW, podobnie jak w modelu MAS, komunikują się między sobą za pomocą języka ACL (patrz podrozdz. 4.2).

Poniżej przedstawiona jest przykładowa struktura wiadomości ACL wraz z elementami RDF, która jest odpowiedzią na zapytanie „Query Ref” (patrz rys. 4.13) o identyfikatorze *query00001*, dotyczące znalezienia dostawcy stali potrzebnej do wyprodukowania karoserii do samochodu osobowego. Jest to komunikat typu „Inform”, zdefiniowany w standardzie “FIPA

Communicative Act Library Specification”³¹³ (patrz rys. 4.18). Komunikat ten ma odniesienie do ontologii „steel-suppliers” zawierającej specyfikację terminów i ich znaczeń w zakresie dostawców stali. Nadawcą wiadomości jest Agent Eksplorator (SA), który wysyła odpowiedź do Agenta Lidera (LA) z informacją o znalezieniu odpowiedniego dostawcy mającego siedzibę w Poznaniu.

```
(inform
:sender (agent-identifier :name SA)
:receiver (set (agent-identifier :name LA))
:content
  "(result
    (action (find-resource : query...))
    ("<?xml version="1.0"?>
<rdf:RDF>
<res:Resource rdf:ID="StalPolSA">
  <loc:city>Poznan
  </loc:city>
  <loc:country>Poland
  </loc:country>
  <loc:streetAddress>14, Bliska
  </loc:streetAddress>
  <loc:phone>+48 61 11 22 555
  </loc:phone>
  </res:Resource>
  ...
</rdf:RDF>")
:language fipa-sl
:ontology steel-suppliers
:in-reply-to query00001)
```

Rys. 4.18. Komunikat typu „Inform” wraz ze schematem opisu zasobów RDF

Źródło: Opracowanie własne.

Warto zaznaczyć, że w modelu MASEW odwołania do RDF-ów i ontologii wykorzystywane są na każdym etapie wykonywania zadania. Przyspiesza to proces wyszukiwania, bo dane są w ustrukturyzowanej formie, co umożliwia łatwiejsze filtrowanie i pomijanie zbędnych informacji.

Na rys. 4.19 pokazano przykładowy opis zasobu znalezionej stali w XML-u wraz z jego znaczeniem przygotowanym w RDF-ie. W opisie zasobu użyto schematu *vCard*, który służy do projektowania wirtualnych wizytówek. Identyfikatorem zasobu stali „Steel ID: H17N13M2T” jest w tym przypadku identyfikator gatunku stali odpornej na korozję, zawarty w polskiej normie PN-XX/H-86020. Unikalny parametr stanowi także adres poczty elektronicznej Jana Kowalskiego.

³¹³ FIPA Communicative Act Library Specification, <http://www.fipa.org/specs/fipa00037>, dostęp 20.02.2009.

```

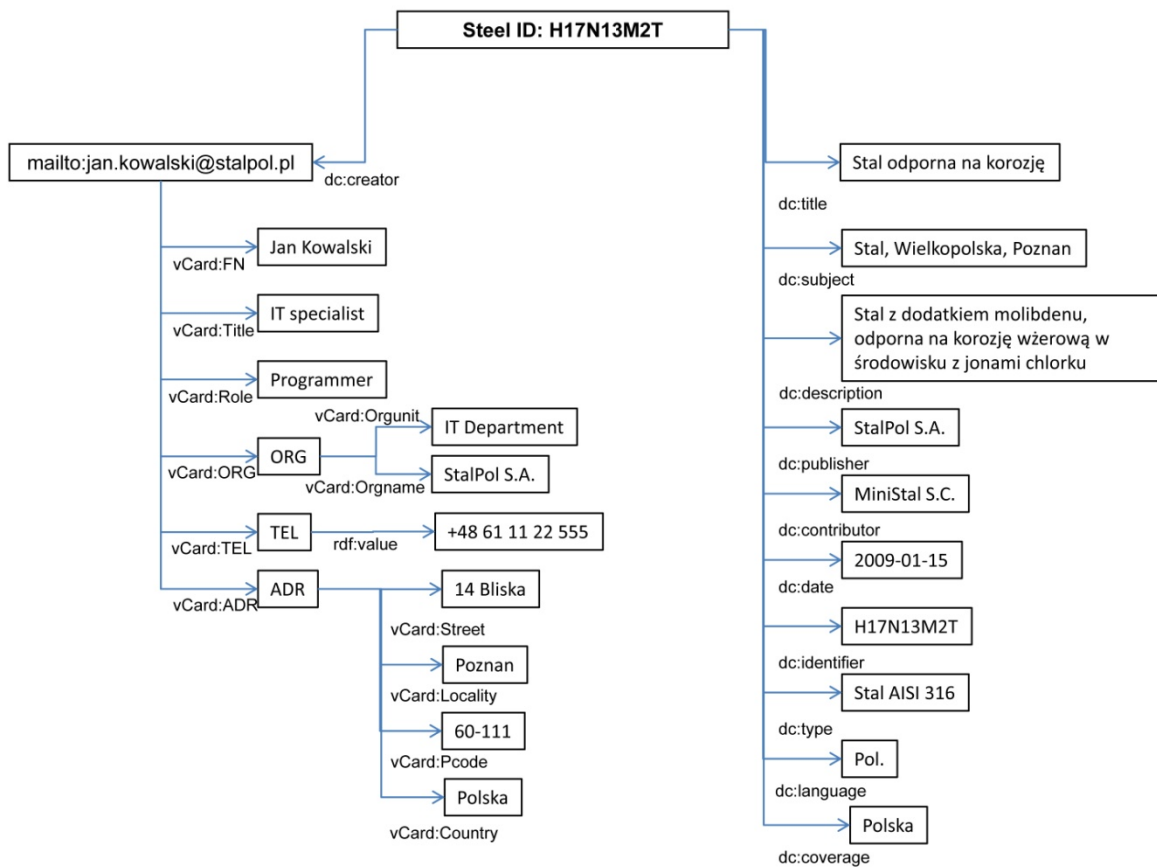
<?xml version="1.0"?>
<rdf:RDF
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:dc="http://purl.org/dc/elements/1.1/"
  xmlns:vCard = "http://www.w3.org/2001/vcard-rdf/3.0#">
  <rdf:Description rdf:about="Steel ID: H17N13M2T">
    <dc:title>Stal odporna na korozję</dc:title>
    <dc:creator rdf:resource="mailto:jan.kowalski@stalpol.pl">
    <dc:subject>Stal, Wielkopolska, Poznan</dc:subject>
    <dc:description>Stal z dodatkiem molibdenu, odporna na korozję
wżerową w środowisku z jonami chlorku</dc:description>
    <dc:publisher>StalPol S.A.</dc:publisher>
    <dc:contributor>MiniStal S.C.</dc:contributor>
    <dc:date>2009-01-15</dc:date>
    <dc:identifler>H17N13M2T</dc:identifler>
    <dc:type>Stal AISI 316</dc:type>
    <dc:language>Pol.</dc:language>
    <dc:coverage>Polska</dc:coverage>
  </rdf:Description>
  <rdf:Description rdf:about="mailto:jan.kowalski@stalpol.pl">
<vCard:FN>Jan Kowalski</vCard:FN>
<vCard:Title>IT specialist</vCard:Title>
<vCard:Role>Programmer</vCard:ROLE>
<vCard:ORG>
  <vCard:Orgname>StalPol S.A.</vCard:Orgname>
  <vCard:Orgunit>IT Department</vCard:Orgunit>
</vCard:ORG>
<vCard:TEL rdf:parseType="Resource">
  <rdf:value>+48 61 11 22 555</rdf:value>
</vCard:TEL>
<vCard:ADR rdf:parseType="Resource">
  <vCard:Street>14, Bliska</vCard:Street>
  <vCard:Locality>Poznan</vCard:Locality>
  <vCard:Pcode>60-111</vCard:Pcode>
  <vCard:Country>Polska</vCard:Country>
</vCard:ADR>
</rdf:Description>
</rdf:RDF>

```

Rys. 4.19. Przykładowy opis zasobu w XML-u wraz z jego znaczeniem przygotowanym w RDF-ie

Źródło: Opracowanie własne.

Strukturę opisu tego zasobu pokazano również za pomocą drzewa, na którym widać relacje między poszczególnymi składowymi (patrz rys. 4.20).



Rys. 4.20. Przykładowa struktura opisu zasobu w RDF-ie

Źródło: Opracowanie własne.

5. Egzemplifikacja modelu DyConSC w przykładowej sieci przedsiębiorstw

W tym rozdziale został zaproponowany model DyConSC, który posłużył do przeprowadzenia eksperymentów symulacyjnych. Prototyp tego modelu zaimplementowano w branży komputerów osobistych. Zanim ten model i wyniki eksperymentów zostaną szczegółowo opisane, warto uzasadnić przyczynę wyboru tej branży i przybliżyć jej charakterystykę, w szczególności specyfikę funkcjonujących w niej łańcuchów dostaw oraz problemów związanych z efektywnym przepływem rzeczy i informacji.

5.1. Branża komputerowa

5.1.1. Charakterystyka branży

Branża komputerowa jest częścią sektora elektronicznego. Z uwagi na bardzo dużą konkurencję i szybko zmieniający się popyt klientów, strategiczną bronią, a zarazem warunkiem przetrwania w tym sektorze, jest umiejętność konkurowania czasem. Długie cykle wprowadzania wyrobów na rynek i dostaw są niedopuszczalne w związku z wysokim stopniem innowacyjności nowych produktów oraz ich szybkim starzeniem się moralnym. Dostawy półprzewodników do producentów są realizowane zgodnie ze strategią just-in-time, a niskie stany zapasów są branżowym standardem.³¹⁴ Cechą charakterystyczną branży komputerowej są dość długie łańcuchy dostaw, które w głównej mierze wynikają z koncentracji produkcji w Azji, a sprzedaży na całym świecie. Nie oznacza to jednak, że te łańcuchy dostaw nie są elastyczne (patrz podrozdz. 1.3). W bardzo krótkim czasie są w stanie dostosować się do zmieniających się warunków rynkowych. Analizując dane z tab. 5.1, można zauważyć, że branża komputerowa jest wysoce konkurencyjna i sprawna w działaniu w porównaniu do innych branż, takich jak: produktów konsumpcyjnych, artykułów przemysłowych, farmaceutycznych, chemicznych itp.

Branża komputerowa, podobnie jak branża motoryzacyjna, charakteryzuje się produkcją seryjną, która jest bardzo zindywidualizowana (patrz podrozdz. 1.6). Każdy klient chciałby otrzymać komputer, który spełnia jego wymagania. Ma on bowiem swoje indywidualne preferencje odnośnie do monitora, twardego dysku czy urządzeń opcjonalnych, takich jak: drukarka, kamera internetowa itp. Jeśli producenci i dystrybutorzy mieliby składować wszystkie możliwe konfiguracje komputerów, to potrzebna by była większa przestrzeń magazynowa, co wiązałoby się z ogromnymi kosztami. W tej chwili ostateczna

³¹⁴ Rutkowski K., *Rola operatorów logistycznych w restrukturyzacji globalnych łańcuchów dostaw*, „Gospodarka Materialowa i Logistyka” 2005, nr 12, s. 6.

konfiguracja komputera jest odkładana do momentu złożenia zamówienia przez klienta (ang. postponement), po czym konkretne części, zgodnie z zamówieniem, są instalowane i wysyłane do zamawiającego. Oczywiście, aby klient był usatysfakcjonowany, wysyłka towaru musi nastąpić niedługo po złożeniu zamówienia i dotrzeć do niego w nienaruszonym stanie, bez opóźnień i z pokwitowaniem potwierdzającym dostawę oraz płatność.³¹⁵

Tab. 5.1. Konkurencyjność łańcuchów dostaw w wybranych branżach – porównanie podstawowych mierników modelu SCOR

Branża	Dostawy zgodnie z wymogami czasowymi klienta (w %)		Czas niezbędny do wzrostu produkcji o 20% przy rosnącym popycie (dni)		Globalne koszty łańcucha dostaw (% sprzedaży)		Czas cyklu gotówka-gotówka (dni)	
	Najlepsi	Średnio	Najlepsi	Średnio	Najlepsi	Średnio	Najlepsi	Średnio
Komputery	94,3	72,6	4,3	30,0	4,0	8,3	28,7	75,1
Pakowane produkty konsumpcyjne	97,6	81,2	8,3	42,0	4,9	9,2	24,7	66,6
Przemysł obronny i artykuły przemysłowe	97,0	68,9	10,0	30,0	4,3	10,2	18,5	67,6
Farmaceutyki i produkty chemiczne	99,0	79,0	6,0	30,0	3,9	11,2	33,4	91,2
Telekomunikacja	93,9	77,0	2,6	25,5	3,3	8,3	44,4	100,2

Źródło: Rutkowski K., *Rola operatorów logistycznych... op. cit.*, s. 3.

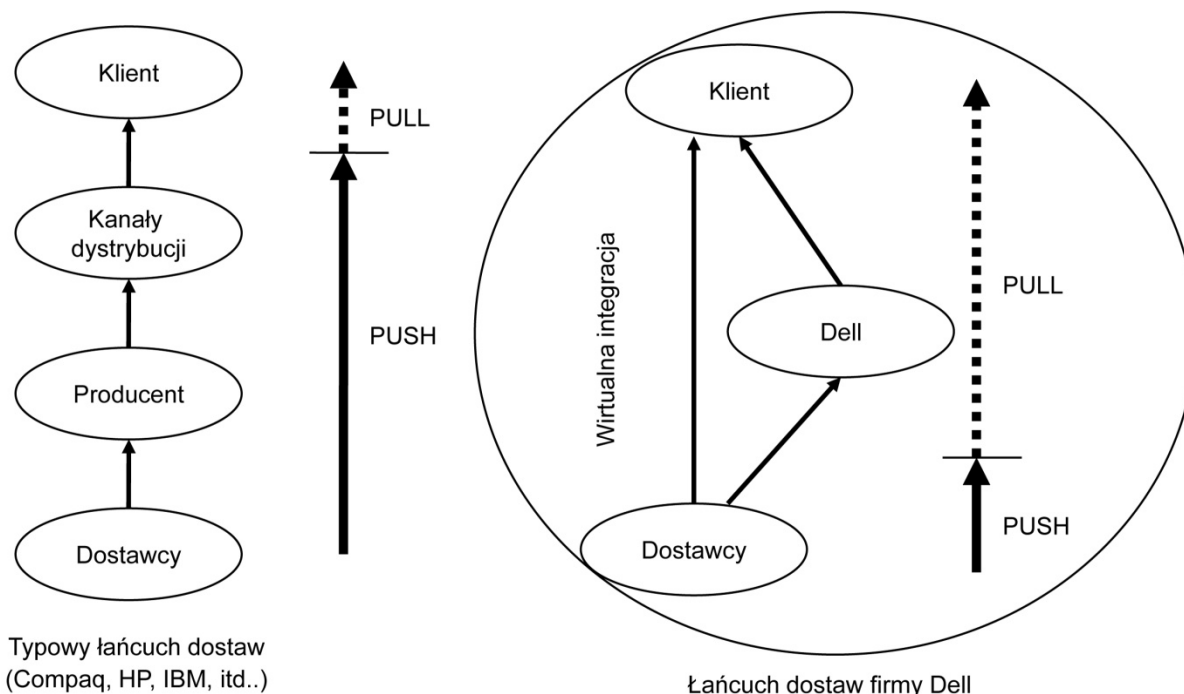
Przykładowo firma Dell deklaruje, że może wyprodukować i dostarczyć komputer w ciągu 15 dni roboczych od momentu złożenia zamówienia przez klienta.³¹⁶ Jest to możliwe dzięki stosowaniu strategii pull (patrz podrozdz. 3.3) oraz integracji procesów i systemów informatycznych nie tylko z bezpośrednimi odbiorcami i dostawcami, ale także dostawcami dalszych rzędów (patrz rys. 5.1).

Natomiast firma MarketPlace, należąca do Cisco Systems Inc., umożliwia swoim klientom za pomocą przeglądarki internetowej budowanie takich kombinacji routerów, przełączników i koncentratorów, które najlepiej odpowiadają ich potrzebom. Nie mają oni problemu z dobraniem właściwego sprzętu. Jeśli wybiorą dwa lub więcej niekompatybilnych produktów, automatycznie otrzymują o tym informacje. Klienci są ostrzegani również wtedy, gdy zdecydują się na oprogramowanie niekompatybilne z wcześniej zakupionymi od Cisco

³¹⁵ Jeszka A.M., Kawa A., *Raport – Polska branża przesyłek ekspresowych*, Katedra Logistyki i Transportu, UEP, Poznań 2003, s. 6.

³¹⁶ <http://www.dell.com>, dostęp 15.05.2009.

urządzeniami. W miarę ewolucji potrzeb klientów MarketPlace jest zawsze gotów dostarczyć wszelkich unowocześnień i ulepszeń, jakich tylko on sobie zażyczy. Warto zauważyć, że sprzedaż internetowa stanowi 85% przychodów firmy Cisco.³¹⁷



Rys. 5.1. Porównanie łańcucha dostaw firmy Dell z innymi przedsiębiorstwami branży komputerów osobistych

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Reveliotis S. A., *Corporate Strategy and its Connection to Supply Chain Management*, <http://www.isye.gatech.edu>, dostęp 20.04.2009.

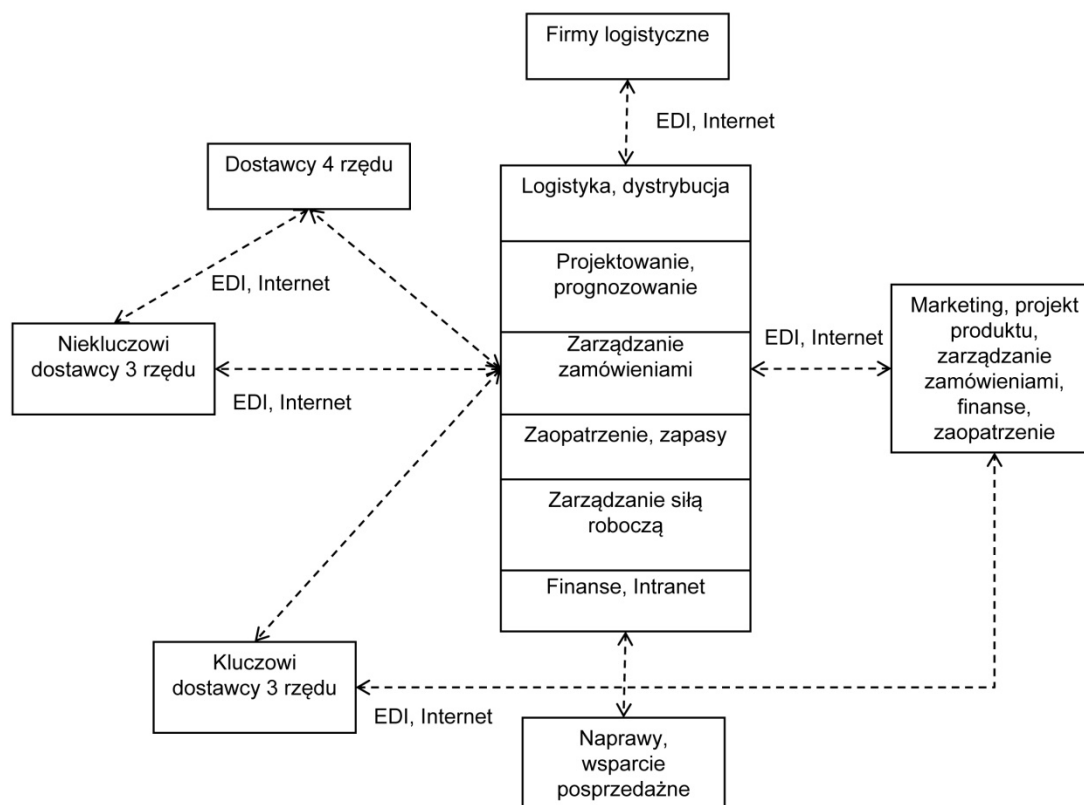
5.1.2. Łańcuch dostaw branży komputerowej

Produkcją, projektowaniem i dystrybucją komputerów zajmują się dostawcy drugiego rzędu, tak zwani ODM (ang. Original Design Manufactures) (patrz rys. 5.2). Do najbardziej znanych należą firmy: Compal, Quanta, Asustek. W większości mają one swoje siedziby na Tajwanie, skąd według badań rynkowych firmy iSuppli z 2006 roku pochodziło 82,6% wyprodukowanych notebooków na świecie.

Przedsiębiorstwa flagowe (FC) (patrz podrozdz. 3.4), które są właścicielami takich marek, jak: Dell, HP, Apple, Toshiba, Acer, kontrolują zakupy kluczowych komponentów niezbędnych do produkcji komputerów przez ODM, a te z kolei są odpowiedzialne za zakupy

³¹⁷ Champy J., *X-engineering... op. cit.*, s. 100.

od dostawców trzeciego rzędu.³¹⁸ FC funkcjonują na zasadzie gron (patrz podrozdz. 3.4) i przyjmują zasadę wyszczuplonego zarządzania, eliminując wszystkie czynności niedodające wartości. Przykładowo, zakłady produkcyjne firmy Dell są często bardzo blisko siebie zlokalizowane po to, aby dostawa na linię produkcyjną nie trwała dłużej niż kilkadziesiąt minut. Dostawcy zarządzają podzespołami i dostarczają je do miejsc produkcji.³¹⁹



Rys. 5.2. Struktura łańcucha dostaw branży komputerów osobistych

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Foster W., Cheng Z., *Technology and Organizational Factors in the Notebook Industry Supply Chain*, CAPS, USA 2006, s. 19.

Relacje między FC a ODM mają charakter formalny i są spisane w formie kontraktów. Mimo to w większości przypadków przyjmują one postać partnerską. Potwierdzają to słowa Martina J. Garvina, wiceprezesa zarządu Dell Computers, który twierdzi, że „...transakcje kupna-sprzedaży załatwiane z dystansu, wykorzystywanie swoich możliwości, by pogрузić dostawcę, to bardzo przestarzały model. Uważamy również, że wymiana informacji ma

³¹⁸ Dudzik M., *Technologiczne i organizacyjne determinanty łańcucha dostaw w branży komputerów osobistych*, *Gospodarka Materiałowa i Logistyka*, 2006, nr 5, s. 29.

³¹⁹ Łupicka A., *Sieci logistyczne... op. cit.*, s.38.

zasadnicze znaczenie, a czasami wymaga zmodyfikowania wielu norm i przyjętych sposobów postępowania w firmie, gdzie królują tajemnice”.³²⁰

5.1.3. Problemy związane z efektywnym przepływem rzeczy i informacji

Przepływ informacji i realizację procesów handlowych między FC a ODM wspomagają systemy zarządzania przedsiębiorstwami klasy ERP i SCM (patrz podrozdz. 2.2 i 2.3). Między firmami odbywa się również elektroniczna wymiana danych (EDI). Spora część firm używa także standardów RosettaNet (patrz punkt 2.6.2). Natomiast stosunki między ODM i ich dostawcami mają charakter mniej formalny – ich podstawą są dobre relacje międzyludzkie, zaufanie, a głównymi narzędziami komunikacji są telefon i faks. Tylko nieliczni dostawcy trzeciego rzędu inwestują w technologie informacyjne. Dostawcy ci mają silne powiązania nieformalne z dostawcami czwartego rzędu. Takie właśnie nieformalne powiązania i charakterystyka prowadzonego biznesu w Azji stanowią ryzyko dla poprawnego funkcjonowania łańcuchów dostaw. Autorzy raportu „*Technology and Organizational Factors in the Notebook Industry Supply Chain*” wskazują, że największym problemem jest brak pełnej automatyzacji wymiany informacji między wszystkimi członkami sieci przedsiębiorstw.³²¹ Uniemożliwia to bieżącą kontrolę łańcucha dostaw przez firmy flagowe. Również charakterystyczna dla tej branży produkcja na zlecenie (ang. *configure-to-order*, *assemble-to-order*), która musi być bardzo szybka i elastyczna, jest przez to utrudniona.

Dodatkowo branża komputerowa, jak wspomniano wcześniej, cechuje się dużą „wrażliwością czasową”. Kiedy popyt klientów oraz linie produkcyjne i sieć dystrybucji często się zmieniają, to konieczne jest umożliwienie każdemu ogniwu z sieci przedsiębiorstw samodzielnego dostosowania jego planów, które będą wykonalne zarówno w pojedynczej firmie, ale także w całym łańcuchu dostaw. W praktyce jednak trudno jest to osiągnąć. Wynika to między innymi z braku istnienia kompleksowych rozwiązań w tym zakresie. Zazwyczaj przedsiębiorstwo składa zapytania ofertowe kilku podmiotom, a następnie wybiera najbardziej interesującą propozycję. Niestety jest to bardzo czasochłonne zadanie i wymaga sprawnego systemu przepływu informacji oraz analizy danych. Szybko zmieniające się warunki współpracy, jak i otoczenie biznesowe powodują, że oferta podmiotu, która była atrakcyjna kilka tygodni temu, może być dzisiaj niedostępna lub mniej korzystna.

Kolejnym problemem tej branży, jak również wielu innych, jest to, że przedsiębiorstwa, które dobierają partnerów do realizacji transakcji nie biorą pod uwagę efektywności całego łańcucha dostaw. Bazują one często na tzw. optymalizacji lokalnej i rozważają tylko kwestię

³²⁰ Schary P.B., Skjott-Larsen T., *Zarządzanie...* op. cit., s. 146.

³²¹ Foster W., Cheng Z., *Technology and Organizational...* op. cit., s. 6-7.

współpracy z najbliższymi dostawcami i odbiorcami (np. kierując się kryterium najniższej ceny i najwyższej zyskowności). W efekcie tak konstruowany łańcuch dostaw nie musi być najtańszy czy najbardziej efektywny z perspektywy całej sieci przedsiębiorstw. Wynika to między innymi z powodu niechęci dzielenia się informacjami ze wszystkimi uczestnikami sieci i braku odpowiednich systemów informatycznych.

Niezależnie od opisanych wyżej problemów i wspomnianego braku pełnej automatyzacji wymiany informacji w tej branży, to jest to jednak jedna z nielicznych branż, której procesy biznesowe są tak bardzo ustandaryzowane i która ma stosunkowo dobrze rozwiniętą architekturę informatyczną w porównaniu do innych (głównie za sprawą RosettaNet). Z tego powodu stała się ona przedmiotem badań przeprowadzonych na potrzeby tego rozdziału.

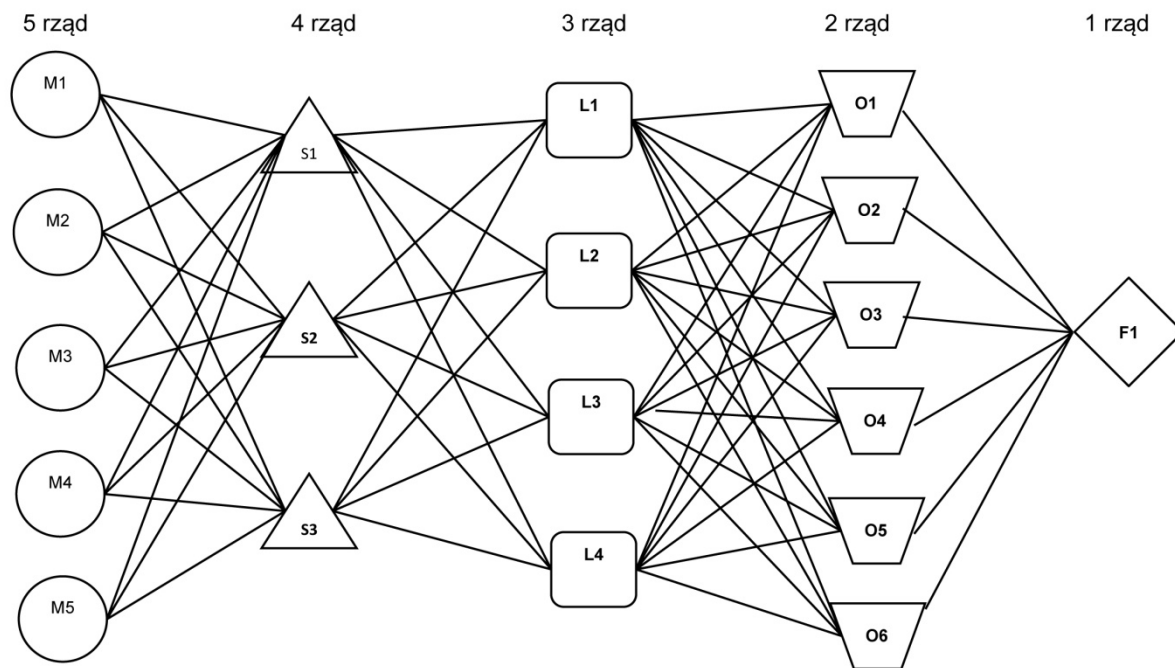
5.2. Zastosowanie teorii grafów w konfigurowaniu łańcucha dostaw

W danej sieci przedsiębiorstw branży komputerowej istnieje bardzo dużo połączeń między dostawcami kolejnych rzędów, co w efekcie daje możliwość powstawania bardzo wielu łańcuchów dostaw. Dzieje się tak, ponieważ przedsiębiorstwo flagowe może współpracować z wieloma dostawcami, nawet w jednej grupie asortymentowej, a ci z kolei z dostawcami kolejnych rzędów itd. Poszczególni dostawcy mogą uczestniczyć w więcej niż jednym łańcuchu dostaw, które mogą być względem siebie konkurencyjne. Na rys. 5.3 przedstawiono obraz takiej sieci. W celu uproszczenia dalszej analizy przyjęto, że w sieci występują tylko powiązania pionowe (między dostawcami i odbiorcami).³²²

Rozpatrując tę sieć w kontekście jednej z dziedzin matematyki – teorii grafów, można stwierdzić, że sieć ta (oznaczymy ją jako G) ma postać grafu warstwowego (kolejne rzędy dostawców są ze sobą połączone), w którym można wyróżnić wierzchołki (poszczególne przedsiębiorstwa) i krawędzie (przepływy między przedsiębiorstwami). Taka sieć ma n źródeł (w tym przypadku liczba dostawców piątego rzędu) i m ujść (liczba dostawców pierwszego rzędu).

W sieci między poszczególnymi wierzchołkami odbywa się przepływ wzdłuż krawędzi (i, j) . Każda taka krawędź ma swoją maksymalną przepustowość c_{ij} i związany jest z nią określony przepływ f_{ij} oraz koszt jednostkowy przesyłu d_{ij} . Ten „koszt” może reprezentować dowolną miarę zależną od zastosowań (czas przejazdu, zużycie paliwa, ocena syntetyczna współpracy z dostawcą itp.).

³²² Powiązania poziome między dostawcami (w szczególności budowanie elektronicznych klastrów biznesowych) są przedmiotem innych badań prowadzonych aktualnie w Katedrze Logistyki i Transportu Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu.



Rys. 5.3. Przykład sieci przedsiębiorstw branży komputerów osobistych składającej się z kolejnych rzędów dostawców

Źródło: Opracowanie własne.

Powołując się na przedstawioną w podrozdz. 3.1 definicję, można przyjąć, że konfigurowanie łańcucha dostaw jest układem powstającym w grafie, w ramach którego odbywa się przepływ od źródła s do ujścia t . Należy więc znaleźć taki przepływ (lub przepływy) o wartości θ (zwany docelowym przepływem) z punktu s do t , który spełnia zadane kryteria. Najczęściej szuka się przepływu θ , który ma sumarycznie najmniejszy koszt.

Do znalezienia odpowiedniego przepływu z najmniejszymi kosztami potrzebne jest sprowadzenie tego zagadnienia do tzw. problemu najtańszego przepływu. Takie zagadnienie można sformułować w sposób zaprezentowany poniżej.³²³

Należy zminimalizować sumę:

$$\sum_{(i,j)} d_{ij} c_{ij} \rightarrow \min,$$

przyjmując następujące założenia:

(0) Dla każdej krawędzi (i, j) w sieci G

$$0 \leq f_{ij} \leq c_{ij}.$$

(1) Dla wierzchołka s zachodzi:

$$\sum_i f_{si} - \sum_j f_{js} = \theta,$$

³²³ Sysło M.M., Deo N., Kowalik J.S. *Algorytmy optymalizacji dyskretnej z programami w języku Pascal*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1999, s. 245.

gdzie w $\sum_i f_{ij}$ sumujemy po wszystkich krawędziach wchodzących do wierzchołka j , a w $\sum_i f_{it}$ – po wszystkich łukach wychodzących.

(2) Dla wierzchołka t zachodzi:

$$\sum_i f_{it} - \sum_i f_{it} = -\theta.$$

(3) Dla pozostałych wierzchołków j , zwanych wierzchołkami pośrednimi, występuje:

$$\sum_i f_{ji} - \sum_i f_{ij} = 0.$$

Mimo że zaprezentowany model opisuje zadanie programowania liniowego, to ze względu na jego sieciową strukturę rozwiązywanie tego zadania ogólnymi metodami programowania liniowego, a w szczególności metodą przeglądu zupełnego, jest nieefektywne.³²⁴ Jest to o tyle istotne, że obecnie za jeden z problemów systemów informatycznych uważa się czas obliczeń. Kryterium czasu jest szczególnie ważne w systemach, które na bieżąco przetwarzają pojawiające się nowe dane, aktualizują ich strukturę i dostarczają aktualne informacje wspomagające podejmowanie decyzji. „W takim przypadku reakcja systemu na zmieniające się warunki rynkowe musi być natychmiastowa – inaczej opracowana ekspertyza będzie nieaktualna już w momencie dostarczenia jej użytkownikowi.”³²⁵ W związku z tym do rozwiązania problemu najtańszego przepływu o określonej wartości ze źródła s do ujścia t w sieci pomocny jest odpowiedni algorytm, taki jak na przykład algorytm Busackera-Gowena.³²⁶

Działanie algorytmu Busackera-Gowena polega na zwiększaniu przepływu wzdłuż kolejnych ścieżek o jak największą ilość (równą ich przepustowości). Kolejność wyznaczania ścieżek zależy od ich długości, którą w tym przypadku są koszty jednostkowe.³²⁷ W pierwszym kroku algorytmu znajdowana jest najtańsza ścieżka z s do t (stosuje się tu osobny algorytm wyznaczania najkrótszych dróg – patrz dalej). Jeśli zrealizowano przepływ o wartości θ , to cel całego zadania został osiągnięty. Jeśli nie, to sieć jest modyfikowana z uwzględnieniem dotychczas znalezionej przepływu. W zmodyfikowanej sieci G^* (zwanej też siecią rezydualną) szuka się ponownie najtańszej ścieżki z s do t i przesyła się nią możliwie najwięcej jednostek. Warto jednak zauważyć, że koszty jednostkowe odpowiadające nowo powstałym krawędziom są wyznaczone zgodnie z równaniem $d^*_{ij} = -d_{ij}$. Te dwa kroki są na przemian powtarzane tak długo, aż otrzymany zostanie przepływ o docelowej wartości θ , albo

³²⁴ Anholcer M., *Przepływy w sieciach*, w: *Badania operacyjne*, red. Sikora W., Wydawnictwo PWE, Warszawa 2008, s. 74.

³²⁵ Korczak J., Lipiński P., *Systemy agentowe we wspomaganiu decyzji na rynku papierów wartościowych*, w: *Rozwój informatycznych systemów wieloagentowych w środowiskach społeczno – gospodarczych*, red. Ganzha M., Paprzycki M., Sroka H., Stanek S., Wydawnictwo Placet, Warszawa 2008, s. 300.

³²⁶ Busacker, R.G., Gowen, P.J., *A Procedure for Determining a Family of Minimal-Cost Network Flow Patterns*, O.R.O. Technical Report No. 15, Operational Research Office, John Hopkins University, Baltimore, MD 1961.

³²⁷ Anholcer M., *Przepływy w sieciach... op. cit.*, s. 79.

bieżąca sieć nie zawiera już ścieżki z s do t .³²⁸ Poszczególne kroki algorytmu Busackera-Gowena zaprezentowano na rys. 5.4.

```

Inicjalizacja:
AktulanyPrzeplyw  $\leftarrow$  0; stSciezka  $\leftarrow$  true;
 $G^* \leftarrow G$ ; {na początku siecią zmodyfikowaną jest  $G$ }

Iteracja:
while (AktualnyPrzeplyw  $<$   $\theta$ ) and stSciezka do begin
    znaleźć najkrótszą ścieżkę  $P$  z  $s$  do  $t$  w  $G^*$ ;
    if nie istnieje żadna ścieżka z  $s$  do  $t$  then stSciezka  $\leftarrow$  false;
    if stSciezka then begin
        delta  $\leftarrow$  najmniejsza przepustowość krawędzi w  $P$ ;
        {maksymalny przepływ przez  $P$ }
        if AktualnyPrzeplywy + delta  $>$   $\theta$  then delta  $\leftarrow$   $\theta$  -
        AktualnyPrzeplyw;
        for każdego wierzchołka  $(i, j)$  w  $P$  do begin
            {zmiana przepływu po wierzchołkach ścieżki
             $P$ ; modyfikacja kosztów}
            if  $(i, j)$  jest wierzchołkiem zgodnym {tj.
             $c_{ij} > 0$ } then begin
                zwiększyć przepływ  $f_{ij}$  po wierzchołku
                 $(i, j)$ ;
                if  $(i, j)$  jest nienasycony then  $d_{ij}$  nie
                ulega zmianie else  $d_{ij} \leftarrow \infty$ ;
                if  $(i, j)$  jest użyteczny w przeciwnym
                kierunku then  $d_{ij} \leftarrow -d_{ij}$ ;
            end
            else begin {jeśli  $(i, j)$  jest wierzchołkiem
            przeciwnym}
                zmniejszyć przepływ  $f_{ji}$  przez  $(j, i)$ 
                zmodyfikować koszt wierzchołka  $(j, i)$ 
                jak w przypadku wierzchołka zgodnego;
            end
            AktualnyPrzeplyw  $\leftarrow$  AktualnyPrzeplyw + delta;
        end
    end
end

```

Rys. 5.4. Algorytm Busackera-Gowena

Źródło: Sysło M.M., Deo N., Kowalik J.S., *Algorytmy... op. cit.*, s. 350.

Jak zauważono wyżej, aby znaleźć najtańszą ścieżkę z s do t trzeba zastosować algorytm znajdowania najkrótszych dróg. Wśród najbardziej rozpowszechnionych można wymienić algorytm Dijkstry i BMEP. Jednakże ten pierwszy stosuje się tylko wtedy, gdy wagi krawędzi są nieujemne. Jest to znacznym utrudnieniem, ponieważ modyfikując sieć zgodnie z algorytmem Busackera-Gowena, koszty odpowiadające krawędziom mogą przybierać zarówno wartości dodatnie, jak i ujemne. Problem ten rozwiązuje jednak algorytm BMEP (autorstwa czterech naukowców: Bellman'a, Moore'a, d'Escopo'go, Pape'go). W tym

³²⁸ Sysło M.M., Deo N., Kowalik J.S., *Algorytmy... op. cit.*, s. 246.

algorytmie w każdym kroku sprawdza się, czy można skrócić ścieżkę do jakiegokolwiek wierzchołka $dist(v)$ przez zmianę jego poprzednika $pred(v)$ na dotychczasowej najkrótszej ścieżce. Wierzchołki, które należy jeszcze sprawdzić, są przechowywane w kolejce Q . Poszczególne kroki algorytmu BMEP prezentuje rys. 5.5.

```

Inicjalizacja:
for  $v \in V$  do begin
     $dist(v) \leftarrow \infty$ ;  $pred(v) \leftarrow -1$ 
end;
 $dist(s) \leftarrow 0$ ;
utworzyć kolejkę  $Q$  zawierającą tylko  $s$ ;
 $head \leftarrow s$ ;

Iteracja:
while kolejka  $Q$  nie jest pusta do begin
    usunąć czołowy wierzchołek  $u$  z  $Q$ 
    for każdego łuku  $(u,v)$  z początkiem w  $u$  do begin
         $newlabel \leftarrow dist(u) + w_{u,v}$ ;
        if  $newlabel < dist(v)$  then begin
             $dist(v) \leftarrow newlabel$ ;  $pred(v) \leftarrow u$ ;
            if  $v$  nie należał dotychczas do  $Q$  then dołączyć  $v$ 
                na końcu  $Q$ 
            else if  $v$  był w  $Q$  ale nie należy teraz do  $Q$  then
                dołączyć  $v$  na początku  $Q$ 
        end
    end
end

```

Rys. 5.5. Algorytm BMEP

Źródło: Sysło M.M., Deo N., Kowalik J.S., *Algorytmy... op. cit.*, s. 193-194.

5.3. Model symulacyjny DyConSC

Zaproponowany w tej części pracy *model symulacyjny DyConSC*³²⁹ (ang. Dynamic Configuration of Supply Chain) bazuje na schemacie analitycznym i metodyce konfigurowania łańcucha dostaw przedstawionych w rozdziale trzecim oraz modelu MAPR (patrz podrozdz.4.1) i teorii grafów (patrz podrozdz.5.2).

5.3.1. Cele modelu

Model symulacyjny DyConSC ma służyć realizacji następujących celów:

- dostarczenie informacji o efektywności poszczególnych członków sieci przedsiębiorstw,

³²⁹ Kawa A., *Simulation of Dynamic Supply Chain Configuration based on Software Agents and Graph Theory*, w: *IWANN 2009, Part II, Lecture Notes in Computer Science*, vol. 5518, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 2009, s. 345-348.

- wspomaganie procesu decyzyjnego w sposób umożliwiający osiągnięcie zamierzeń sieci i jej poszczególnych uczestników,
- wspomaganie wyboru najbardziej optymalnego łańcucha dostaw z punktu widzenia interesu całej sieci przedsiębiorstw,
- przeprowadzenie eksperymentów symulacyjnych z zastosowaniem teorii grafów i wysunięcie wniosków z tych eksperymentów,
- zrozumienie i wyjaśnienie problematyki konfigurowania łańcucha dostaw w sieci przedsiębiorstw branży komputerowej,

5.3.2. Istota działania modelu

Warto przypomnieć, że przedstawiony wcześniej schemat analityczny i metodyka (patrz podrozdz. 3.6 i 3.7) umożliwiają konfigurowanie łańcucha dostaw według ściśle określonych zasad. Z kolei model MAPR, dzięki zastosowaniu agentów programowych oraz koncepcji publicznych rejestrów bazujących na standardach RosettaNet i zawierających rozbudowane profile przedsiębiorstw, ułatwia wyszukiwanie potencjalnych partnerów biznesowych oraz nawiązywanie z nimi współpracy.

Zgodnie z proponowaną metodyką, najpierw budowana jest sieć przedsiębiorstw, która powstała z wyodrębnienia większej sieci gospodarczej. W modelu DyConSC wyróżniono pięć rzędów dostawców (por. rys. 5.3). Do pierwszego rzędu należy przedsiębiorstwo flagowe (FC), do drugiego firmy ODM, a za nimi kolejno dostawcy (SUPS, ang. suppliers), poddostawcy (SUBBS, ang. subsupplieres) i fabryki (MINES, ang. mines). Przykładowo, w proponowanym modelu FC zajmuje się sprzedażą produktów pod własną marką wyprodukowanych przez inne firmy, natomiast ODM buduje komputery, SUPPS dostarcza podzespoły (np. płyta główna, procesor, pamięć RAM, twarde dyski, karta graficzna, monitor, klawiatura, myszka), z kolei SUBBS produkuje elementy tych podzespołów (np. części plastikowe, śrubki, przełączniki, kondensatory, rezystory), a MINES surowce do tych elementów (np. plastik, żelazo). W modelu DyConSC celowo skupiono się na tzw. produkcyjnym łańcuchu dostaw i pominięto dalszą część sieci łączącą przedsiębiorstwo flagowe z dystrybutorami, dystrybutorami ze sprzedawcami, a sprzedawców z ostatecznym klientem. Sieć dystrybucyjna gotowych produktów jest bowiem o wiele mniej ustrukturyzowana niż sieć produkcyjna. Dodatkowo, coraz częściej pomija się rolę pośredników w sprzedaży gotowych komputerów. Przykładowo, klient może zamówić bezpośrednio komputer u firmy flagowej przez stronę internetową (np. www.dell.com). Dlatego też w modelu przyjęto, że sieć zaczyna się na FC, a kończy na dostawcy piątego rzędu (MINES).

Między kolejnymi rzędami odbywają się przepływy rzeczy, informacji i środków finansowych. Wszystkie dostawy rzeczy realizowane są sekwencyjnie od dostawcy ostatniego rzędu do dostawcy pierwszego rzędu (w rzeczywistej sieci FC mogą pomijać ODM i kupować bezpośrednio od dostawców trzeciego rzędu, podobnie ODM może zaopatrywać się w pewne materiały u dostawcy czwartego rzędu). Przepływ informacji jest możliwy dzięki agentom programowym. Warto przypomnieć, że autonomiczne agenty reprezentujące różne przedsiębiorstwa współpracują ze sobą, koordynują i negocjują warunki, aby osiągnąć wspólny cel, podczas gdy każdy agent może próbować zapewnić własny interes delegującego go użytkownika (patrz podrozdz. 2.7). Natomiast przepływ środków finansowych odbywa się w kierunku przeciwnym do przepływu rzeczy.

5.3.3. Założenia modelu

Należy zauważyć, że konfigurowalna sieć powinna być samodopasowującym się i prężnym systemem, reagującym na zmiany w poszczególnych jego częściach. Planowanie potrzeb materiałowych i produktowych z wielotygodniowym wyprzedzeniem jest w praktyce mało efektywne. W dynamicznie zmieniających się warunkach prognoza szybko się dezaktualizuje. Jest to szczególnie widoczne w produktach kupowanych na zamówienie. Dlatego informacje o bieżącej sytuacji w sieci muszą być ciągle aktualizowane i przechowywane w jednym, dostępnym dla wszystkich zainteresowanych, miejscu. Takim miejscem jest rejestr publiczny, który jest utrzymywany w PRH (patrz podrozdz. 4.1).

Na czele danej sieci przedsiębiorstw stoi FC, które kształtuje zakres swojej działalności zgodnie z koncepcją kluczowych kompetencji (patrz podrozdz. 3.4). Steruje ono w czasie rzeczywistym całym procesem tworzenia wyrobu od momentu pozyskania surowców do dostarczenia ich do ostatecznego klienta. FC buduje łańcuch dostaw w ramach danej sieci przedsiębiorstw. Taki łańcuch powstaje na potrzeby konkretnej transakcji, która jest wywoływana popytem klienta (np. przez złożenie zamówienia klienta za pomocą przeglądarki internetowej – patrz punkt 4.1.3). FC zajmuje się również optymalizacją istniejących już łańcuchów dostaw i kontrolą ich sprawnego realizacji tak, aby sprostać oczekiwaniom klientów pod względem jakości obsługi, przy jednoczesnej minimalizacji kosztów. Jednakże, zgodnie z przyjętym założeniem delegowania zadań przez FC realizatorom procesu (patrz podrozdz. 3.6), przedsiębiorstwa na każdym poziomie są bezpośrednio odpowiedzialne za organizację oraz koordynację strumieni (rzeczowych, informacyjnych i finansowych) generowanych przez dostawców i odbiorców kolejnego rzędu.³³⁰

³³⁰ Witkowski J., *Logistyka w organizacjach sieciowych*, „Gospodarka Materiałowa i Logistyka” 2000, nr 7-8, s. 169.

FC zarządza siecią dzięki swojej sile przetargowej (patrz podrozdz.1.3). Bardzo dobrze zna strukturę kosztową wyrobów oraz wszystkich jego składowych i dzięki temu może decydować o kształcie produktu dostarczanego ostatecznemu użytkownikowi, sposobie jego wytwarzania i dystrybucji oraz komunikacji w sieci.³³¹

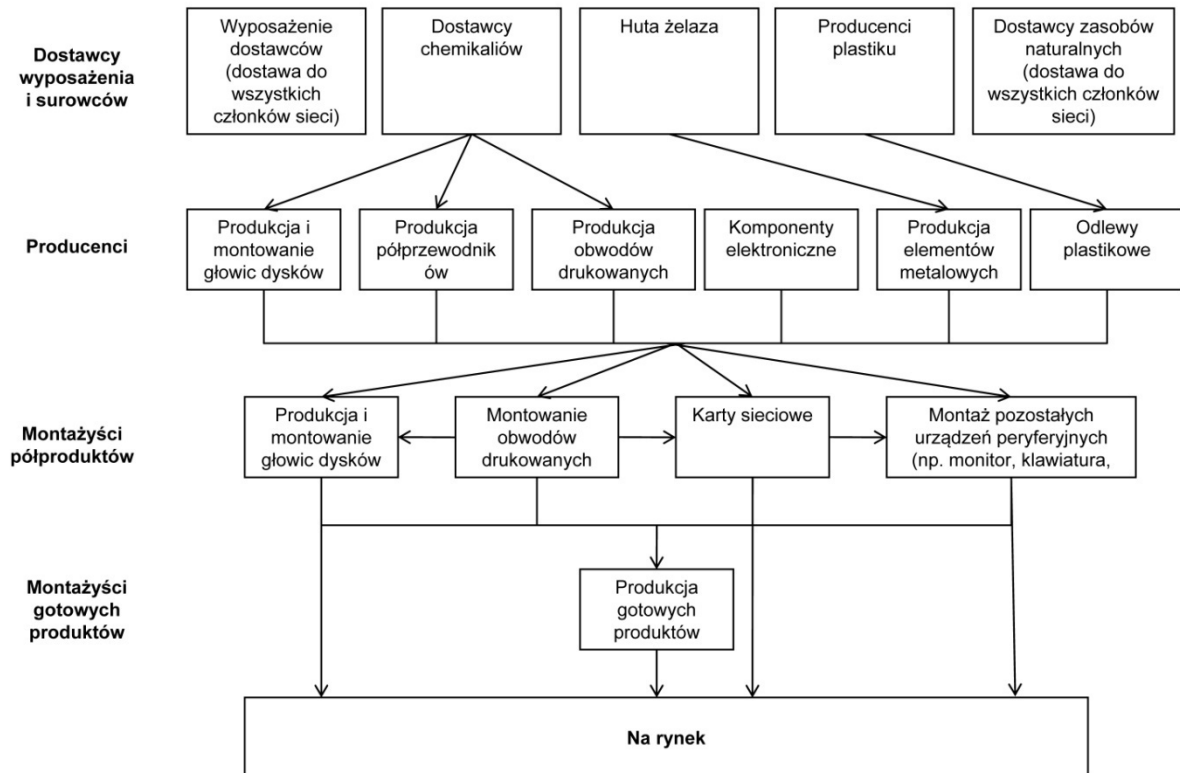
FC dysponuje narzędziem, które umożliwia wizualizację sieci składającej się ze wszystkich dostawców i odbiorców, relacji zachodzących między nimi oraz przegląd całego procesu produkcyjnego. Ma ono również informację, które z ogniw charakteryzują się największą rentownością, co umożliwia wybranie najbardziej efektywnego przepływu (czyli łańcucha dostaw). Jest to możliwe dzięki zastosowaniu teorii grafów i technologii agentowej. Zasadniczym założeniem proponowanego podejścia jest więc przyjęcie modelu rozważanej rzeczywistości w postaci grafu warstwowego, w którym poszczególne wierzchołki i krawędzie reprezentowane są przez agenty programowe.

W modelu symulacyjnym DyConSC przyjęto również szereg dodatkowych założeń, które są niezbędne do prawidłowego jego zrozumienia i działania. Zakłada się, że:

- Każdy członek sieci przedsiębiorstw jest reprezentowany przez agenta programowego.
- Wszyscy dostawcy mają taki sam lub bardzo podobny proces produkcyjny.
- FC ma dostęp do informacji o cenach, jakości itp. i podaży wyrobów (zdolności produkcyjnych) oferowanych przez wszystkich uczestników sieci przedsiębiorstw.
- Pojedyncze zamówienia klientów są zbierane i konsolidowane w określonych odstępach czasu (np. raz na dzień), a następnie przekazywane do realizacji poszczególnym członkom skonfigurowanego łańcucha dostaw.
- Dla każdego zamówienia zbiorczego budowane są osobne grafy, w których reprezentowane są bieżące powiązania między przedsiębiorstwami.
- W całej sieci stosuje się jednolitą strukturę materiałową (BOM, ang. Bill of Materials). BOM dostarcza niezbędnych informacji do obliczania wielkości zleceń produkcyjnych i zaopatrzeniowych, dzięki temu dostawcy kolejnych rzędów wiedzą jakie i w jakich ilościach dostarczać produkty, półprodukty, podzespoły, poszczególne elementy, surowce, aby wyprodukować komputer.³³² Przykładowo, notebook składa się z płyty głównej, karty graficznej, 2 kostek pamięci RAM itd.; do tego potrzebne są 4 części plastikowe, 48 śrubek, 10 kondensatorów, 4 przełączniki itp., które natomiast są wyprodukowane z 500 gramów plastiku, 200 gramów żelaza (patrz rys. 5.6).

³³¹ Urbańczyk T., *Sieci dostaw... op. cit.*, s. 171.

³³² Reid R., Sanders D., Nada R., *Operations Management*, John Wiley & Sons, 2002, s. 457–458.



Rys. 5.6. Struktura materiałowa produktów (BOM) w branży komputerów osobistych

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Bercovitz J., Beckman S., Rosen C. M., *Environmental Supply-Chain Management in the Computer Industry*, "Journal of Industrial Ecology" 2001, vol. 4, no. 4, s. 86.

- Odbiorca udostępnia swojemu dostawcy wykaz stosowanych półproduktów, podzespołów, surowców z określeniem wymogów (warunków brzegowych) dotyczących wielkości opakowania, czasu pierwszej dostawy, minimalnego zapasu, okresu gwarancji, ceny itp.
- Transport między kolejnymi rzędami dostawców odbywa się w jednolitych jednostkach ładunkowych (np. na europaletach).
- Realizacją przepływów między dostawcami i odbiorcami może zająć się samo przedsiębiorstwo lub zewnętrzny usługodawca (np. operator logistyczny, firma kurierska).
- „Koszt przesyłu d_{ij} ” z grafu G (patrz podrozdz. 5.2) jest wypadkową oceny syntetycznej współpracy odbiorcy z dostawcą (patrz podrozdz. 3.7.5). Agent programowy każdego odbiorcy przeprowadza oceny swoich bezpośrednich dostawców, biorąc pod uwagę zestaw kryteriów (patrz podrozdz. 3.7.5), i następnie umieszcza je na serwerze rejestru publicznego PRH. Te informacje są na bieżąco uaktualniane.

- Suma przepływów f_{ij} wychodzących od danego dostawcy do jego odbiorców jest równa wielkości podaży (zdolności produkcyjnych) danego dostawcy.
- Przedsiębiorstwa w sieci działają na zasadzie otwartych ksiąg (dzięki zastosowaniu rachunku kosztów działań ABC) (patrz punkt 3.7.4). Umożliwia to łatwiejszą identyfikację strat oraz zysków powstających w przepływach między kolejnymi dostawcami i odbiorcami.
- Sieć bazuje na strategii pull. Jak już wspomniano, to klient inicjuje konfigurację łańcucha dostaw przez złożenie zamówienia. Także kolejne rzędy, dzięki ścisłym powiązaniom, mogą z powodzeniem stosować tą strategię.
- Standaryzacja procesów i systemów informatycznych wszystkich firm biorących udział w sieci jest niezmiernie ważna (patrz podrozdz. 3.6), ale nade wszystko nie powinna ona ograniczać procesów twórczych i innowacyjnych.

Warto zaznaczyć, że proponowany model DyConSC ma wiele korzyści dla sieci przedsiębiorstw, jej uczestników i ostatecznego klienta. Poniżej wyróżniono kilka z nich najważniejszych:

- Wizualizacja przepływów rzeczowych, informacyjnych i środków finansowych.
- Szybkie i proste budowanie łańcuchów dostaw.
- Maksymalna automatyzacja i redukcja pracochłonności.
- Odsunięcie w czasie decyzji o produkcji i dostawach, które mogą być podejmowane na podstawie informacji o popycie.
- Minimalizowanie czasu dostawy, zapasów i kosztów.
- Natychmiastowy przepływ informacji od początkowego ogniwa sieci do ostatecznego klienta.
- Klient otrzymuje bardzo szybko zamówiony produkt, zgodnie ze swoimi oczekiwaniami, w konkurencyjnej cenie.
- Szybka identyfikacja i eliminacja wąskich gardeł.
- Możliwość samodzielnego budowania scenariuszy i wykonywania symulacji.

5.4. Eksperymenty symulacyjne

Symulację uznaje się za specyficzną metodę badawczą. Umieścawia się ją często między badaniem obiektów fizycznie istniejących (eksperymentowanie z systemami rzeczywistymi) i badaniem analitycznym (budowanie modeli matematycznych, formalnych). Stosuje się ją dla osiągnięcia wielu celów i na rzecz różnych odbiorców, używając zróżnicowanych technik i metodyk modelowania. Symulację cechuje dość duża niejednorodność, która jest szczególnie widoczna wśród modeli systemów społeczno-gospodarczych. Ze względu na ich złożoność,

zmienność i niepewność, symulacja stanowi wyzwanie oraz zmusza do poszukiwań z zakresu metodologii i informatyki.³³³

W tej rozprawie zdecydowano się na symulację, jako jedną z metod badawczych, ze względu na to, że:³³⁴

- Umożliwia efektywne badanie systemów, które nie istnieją.
- Jest tańszym rozwiązaniem niż eksperymentowanie z systemami rzeczywistymi.
- Cechuje się dużą elastycznością stosowanych kryteriów optymalizacji.
- Prowadząc badania w zmienionej skali czasu i przestrzeni, możliwe jest uchwycenie oddziaływań i zachowań, które w rzeczywistej czasoprzestrzeni byłyby trudne do zauważenia i analizy.
- Daje możliwość kontrolowania upływu czasu, zarówno przez przyspieszenie, jak i spowolnienie, dopasowując go do oczekiwań i możliwości percepcyjnych badacza.
- Umożliwia powtarzalność przeprowadzania eksperymentów, czyli badanie wpływu zmian wartości parametrów modelu dla tej samej serii liczb losowych reprezentujących, np. realizację procesu stochastycznego obserwowanego w rzeczywistości. Możliwe jest badanie zachowania się systemu przy tych samych warunkach początkowych, ale dla różnych realizacji wybranego procesu stochastycznego.

Warto jednak pamiętać, że za pomocą symulacji nie uzyska się informacji o tym, jak dokładnie zachowa się system w rzeczywistości. Można jedynie określić jego typowe zachowanie, czyli takie zachowanie, które ma największą szansę zaistnienia.³³⁵

Symulacja jako technika badawcza jest szczególnie intensywnie rozwijana w ostatnich dekadach, głównie za sprawą ekspansji technologii informacyjnych. Dlatego też obecnie mówiąc o symulacji ma się najczęściej na myśli symulację komputerową. Współczesne oprogramowanie do przeprowadzenia eksperymentów symulacyjnych umożliwia bowiem budowanie skomplikowanych modeli, bez konieczności dysponowania bogatą wiedzą matematyczną i informatyczną.

³³³ Balcerak A., Kwaśnicki W., *Modelowanie symulacyjne systemów społeczno-gospodarczych – różnorodność podejść i problemów*, w: *Symulacja systemów społeczno-gospodarczych*, red. Balcerak A., Kwaśnicki W., Prace Naukowe IOiZ Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2005, s. 6-7

³³⁴ Balcerak A., Kwaśnicki W., *Modelowanie symulacyjne... op. cit.*, s. 7-9.

³³⁵ Mielczarek B., *Aspekty losowości w modelach symulacyjnych*, w: *Symulacja systemów społeczno-gospodarczych*, red. Balcerak A., Kwaśnicki W., Prace Naukowe IOiZ Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2005, s. 30-31.

W dalszej części tego podrozdziału zaprezentowano symulację komputerową, której nadrzędnym celem jest przedstawienie przebiegu konfigurowania łańcucha dostaw w sieci przedsiębiorstw branży komputerowej z wykorzystaniem modelu DyConSC. Za pomocą specjalnego oprogramowania, w którym zaimplementowano model, zbadano również wpływ zmiany parametrów wejściowych na zachowanie i charakterystykę konfigurowanych łańcuchów dostaw.

5.4.1. Środowisko symulacji

Możliwości i efektywność modelu DyConSC sprawdzono za pomocą *NetLogo* (wersja 4.0.4), które jest zintegrowanym środowiskiem symulacji, ale jednocześnie językiem programowania. *NetLogo* zostało zaprojektowane na bazie języka Logo i stanowi kontynuację rozwoju jego następcy – *StarLogo*. *NetLogo* jest stosunkowo prostym językiem do nauczenia (w szczególności przez nie-informatyków), który umożliwia pracę początkującym, ale może także sprostać potrzebom zaawansowanych użytkowników. Ponadto *NetLogo* ma wbudowaną obszerną bibliotekę ponad kilkudziesięciu modeli z różnych dziedzin, takich jak: ekonomia, biologia, fizyka, chemia, informatyka, matematyka, psychologia i wiele innych.

Środowisko *NetLogo* jest wykorzystywane zarówno w badaniach naukowych, jak i dla celów edukacyjnych. Szczególnie dobrze sprawdza się w modelowaniu złożonych systemów rozwijających się wraz z upływem czasu. Może być użyte jako narzędzie do pozyskiwania zasobów na giełdach elektronicznych³³⁶, budowania modeli ruchu drogowego i ich symulacji³³⁷, zarządzania odnawialnymi zasobami³³⁸ i innych celów.³³⁹ Modele zaimplementowane w *NetLogo* mają również coraz częściej zastosowanie w praktyce, przykładowo australijski departament obrony wykorzystuje to środowisko do modelowania walki zbrojnej.³⁴⁰

³³⁶ Fuks K., Kawa A., *Simulation of Resource Acquisition by e-Sourcing Clusters Using NetLogo Environment*, w: *KES-AMSTA 2009*, red. A. Håkansson et al., Lecture Notes in Artificial Intelligence, vol. 5559, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 2009, s. 687-696.

³³⁷ Janota A., Rastočný K., Zahradnik J., *Multi-agent approach to traffic simulation in NetLogo environment – level crossing model*, w: *Transport systems Telematics TST'05*, Zeszyty Naukowe. Transport / Politechnika Śląska, 2005, s. 181-188.

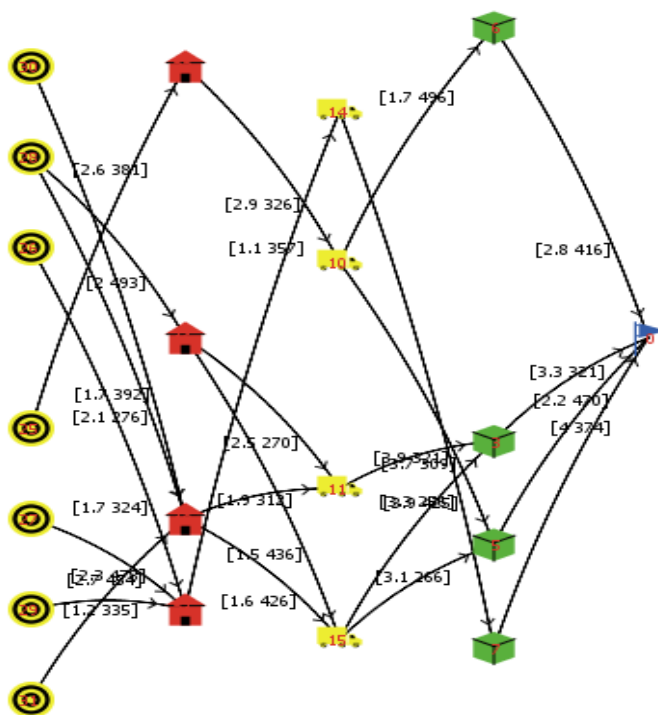
³³⁸ Damaceanu R. C., *An agent-based computational study of wealth distribution in function of resource growth interval using NetLogo*, "Applied Mathematics and Computation" 2008, vol. 201, no. 1-2, s. 371-377.

³³⁹ Opis innych zastosowań wraz z modelami symulacyjnymi można znaleźć na stronach internetowych <http://jmvidal.cse.sc.edu/netlogomas/> oraz <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/models/community>, dostęp 15.05.2009.

³⁴⁰ Wheeler S., *On the Suitability of NetLogo for the Modelling of Civilian Assistance and Guerrilla Warfare*, DSTO Systems Sciences Laboratory, Australia 2005, s. 1-24.

W NetLogo osoba modelująca może dać instrukcje wielu niezależnie działającym agentom, które mogą wzajemnie na siebie oddziaływać i wykonywać wieloaspektowe zadania.³⁴¹ Dzięki temu możliwe jest zbadanie związku pomiędzy zachowaniem pojedynczych osobników i prawidłowości wynikających z interakcji pomiędzy nimi. Agenty³⁴² mogą być ze sobą połączone za pomocą linków (ang. links), które (podobnie jak agenty) są również programowalne.

Ponadto środowisko NetLogo umożliwia wizualizację tego, co modelujący zaprogramował (patrz rys. 5.7) Jest to bardzo istotne, ponieważ w literaturze przedmiotu dostrzega się problem nadzorowania przez firmę flagową rozbudowanej sieci, w której mogą być tysiące elementów podzespołów i materiałów, setki wyrobów gotowych itp.³⁴³ NetLogo rozwiązuje ten problem, oferując bardzo czytelną i zrozumiałą dla decydentów prezentację zaprojektowanego modelu. Warto również dodać, że wizualizacja jest możliwa w technice trójwymiarowej (ang. 3D).



Rys. 5.7. Wizualizacja przykładowej sieci przedsiębiorstw w środowisku NetLogo

Źródło: Opracowanie własne.

³⁴¹ Wilensky U., *NetLogo itself*, NetLogo. <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/>, Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling, Northwestern University. Evanston, IL 1999; Tisue S., Wilensky U., *NetLogo: Design and Implementation of a Multi-Agent Modeling Environment*, Presented at SwarmFest, Ann Arbor, May 9–11, 2004, <http://www.ccl.sesp.northwestern.edu/papers/netlogo-swarmfest2004.pdf>, dostęp 15.05.2009.

³⁴² W NetLogo agenty określane są jako żółwie (ang. turtles).

³⁴³ Urbańczyk T., *Sieci dostaw... op. cit.*, s. 195.

NetLogo ma rozbudowany mechanizm importu i eksportu danych. Dzięki temu zaimplementowany model może być zasilany danymi z zewnętrznych systemów informatycznych (ERP, SCM itp.), jak również sam może zasilać danymi te systemy.

5.4.2. Założenia symulacji

Poszczególne przedsiębiorstwa są reprezentowane przez agenty, które współpracują ze sobą i wymieniają między sobą informacje (np. zapytanie o zdolności produkcyjne, cenę produktu) niezbędne do prawidłowego skonfigurowania łańcucha dostaw. Jak zaznaczono wcześniej, w modelu DyConSC wyróżniono pięć rzędów. W NetLogo są one reprezentowane przez pięć typów (ang. breed) agentów:

- *breed [flagships flagship]* reprezentuje dostawcę pierwszego rzędu,
- *breed [odms odm]* reprezentuje dostawców drugiego rzędu,
- *breed [supps supp]* reprezentuje dostawców trzeciego rzędu,
- *breed [subbs subb]* reprezentuje dostawców czwartego rzędu,
- *breed [mines mine]* reprezentuje dostawców piątego rzędu.

Dzięki takiemu podziałowi można poszczególnym typom agentów przypisać osobno różne zachowania i określić założenia, w zależności od roli jaką pełnią w sieci.

Układ sieci w zaimplementowanym modelu DyConSC jest generowany losowo.³⁴⁴ Jeśli wierzchołki grafu (przedsiębiorstwa) nie mają odpowiednich połączeń ze swoimi poprzednikami (z wyjątkiem dostawców piątego rzędu) i następnikami (z wyjątkiem dostawców pierwszego rzędu), to są one eliminowane z sieci i nie są brane pod uwagę przy konfigurowaniu łańcucha dostaw przeznaczonego do realizacji zbiorczej transakcji biznesowej. W tym przypadku link między nimi również nie jest tworzony. Taki zabieg przyspiesza działanie algorytmów Busackera-Gowena i BMEP. Nie oznacza to jednak, że te wierzchołki nie będą rozpatrywane przy realizacji kolejnej transakcji, szczególnie, gdy będą miały odpowiednie połączenia.

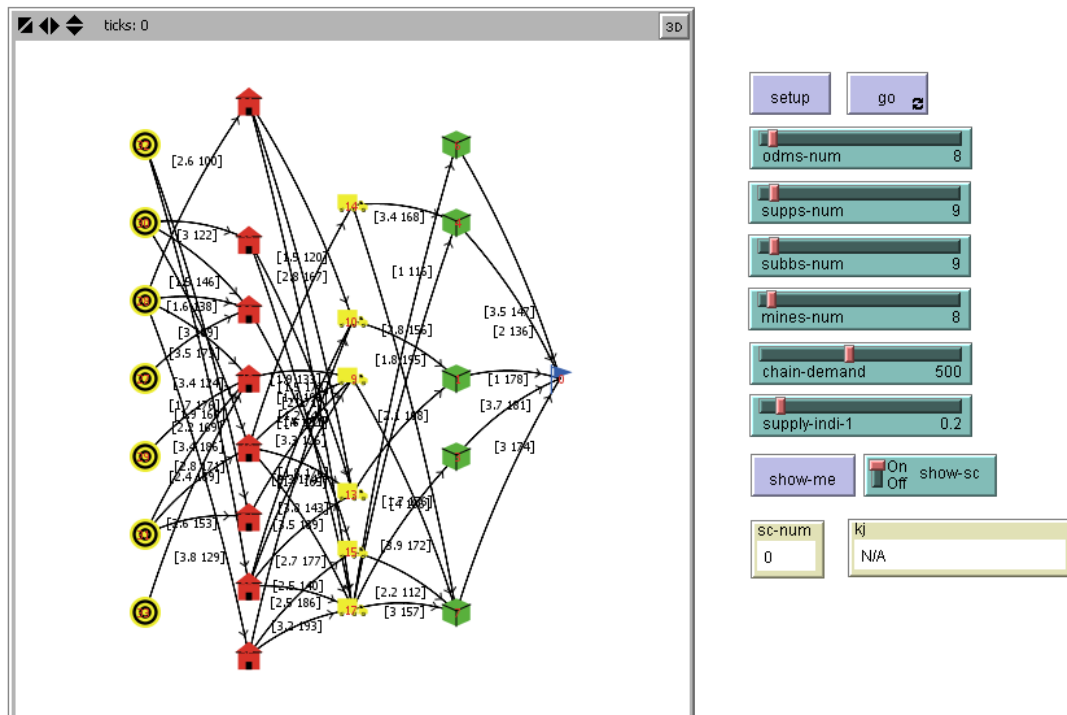
Warto zauważyć, że liczby w NetLogo powstają zgodnie z algorytmem generatora liczb losowych *Mersenne Twister* za pomocą polecenia „random”. Generator ten daje stosunkowo szybko „wysokiej jakości” liczby i niweluje wady charakteryzujące starsze algorytmy.³⁴⁵

W zaimplementowanym modelu przyjęto liczbę potencjalnych przedsiębiorstw w każdym rzędzie (poza pierwszym) między 1 a 100. Ta liczba może być zwiększana lub

³⁴⁴ W rzeczywistym systemie układ może być zasilany bieżącymi danymi i na tej podstawie formowany.

³⁴⁵ *Mersenne Twister Home Page*, <http://www.math.sci.hiroshima-u.ac.jp/~m-mat/MT/emt.html>, dostęp 15.05.2009.

zmniejszana za pomocą suwaka (ang. slider), który jest dostępny w interfejsie użytkownika i określony jako *nodes-num* (patrz rys. 5.8). W pierwszym rzędzie występuje tylko jedno przedsiębiorstwo (FC), które może konkurować z przedsiębiorstwami flagowymi reprezentującymi inne sieci.



Rys. 5.8. Interfejs wraz z widokiem modelu DyConSC w środowisku NetLogo

Źródło: Opracowanie własne.

Inne parametry, które mogą być również zmieniane za pomocą suwaka, to:

- *supply chain-demand* – popyt przedsiębiorstwa flagowego, który równa się całkowitemu popytowi łańcucha dostaw (jest on zmieniany od 100 do 1000 jednostek),
- *supply-ind* – wskaźnik zmienności podaży poszczególnych przedsiębiorstw z wyjątkiem FC (jest on zmieniany od 0.1 do 1.0).

W przeprowadzonym eksperymencie popyt dostawcy pierwszego rzędu (*supply chain-demand*) został ustalony na poziomie 500 jednostek. Parametry linków (krawędzi) między poszczególnymi ogniwami (wierzchołkami) były generowane losowo (w praktyce dane mogą być pobierane z innych systemów informatycznych przedsiębiorstw) jako dwójka zmiennych [*cost l-supply*]:

- *cost* – koszt (w modelu symulacyjnym DyConSC rozumiany szerzej jako średnia ważona oceny współpracy z dostawcą – patrz podrozdz. 3.7.5),

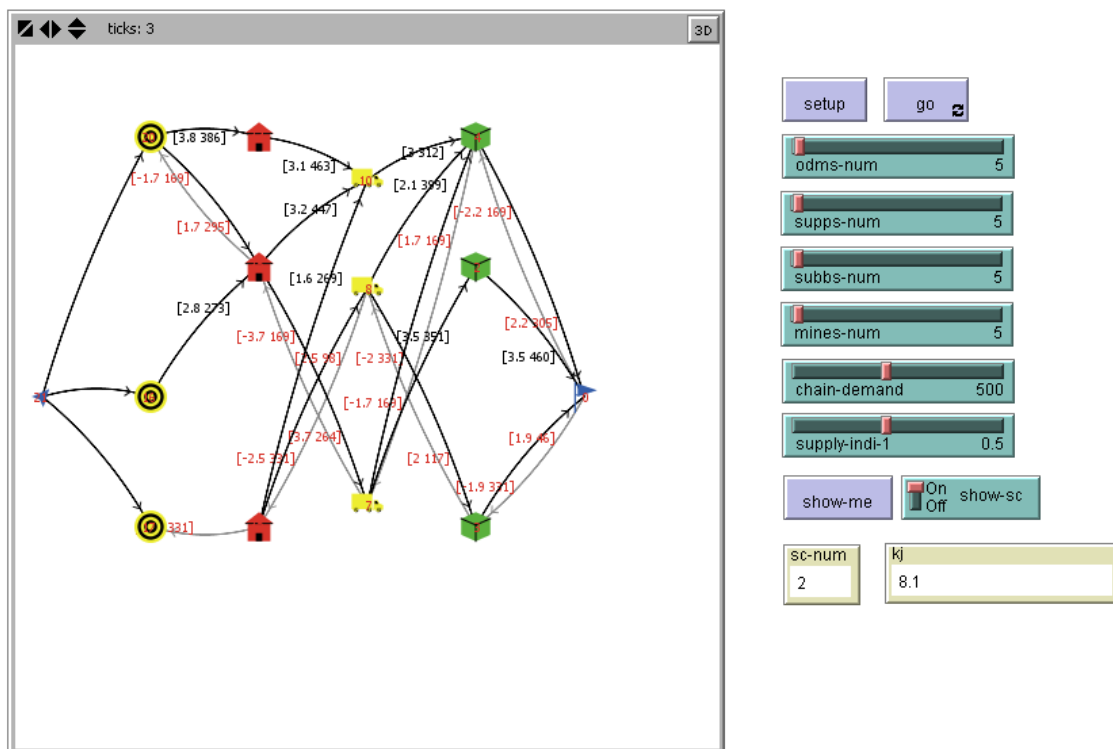
- *l-supply* – przepustowość (podaż dostawcy / zdolności produkcyjne).

Ta pierwsza zmienna jest obliczana w programie w następujący sposób: $set\ cost\ (10 + random\ 31) / 10$, co daje wartość między 1.0 a 4.0 (zwiększaną o 0.1).

Natomiast *l-supply* jest ustalana według następującej formuły: $supply\ chain-demand * supply-ind + random\ (chain-demand * supply-ind)$. Przykładowo, jeśli $supply\ chain-demand = 500$ i $supply-ind = 0.1$, wtedy *l-supply* wynosi nie mniej niż 50 i nie więcej niż 99 jednostek.

Popyt FC może być zaspokojony w całości lub w części przez jeden lub kilka łańcuchów dostaw. Zależy to od wielkości podaży poprzedzającego go ogniwa, czyli w tym przypadku ODM. Podobnie zaspokojenie popytu ODM zależy od podaży poprzedzających go ogniw, czyli dostawców trzeciego rzędu. Analogicznie jest z dostawcami kolejnych rzędów.

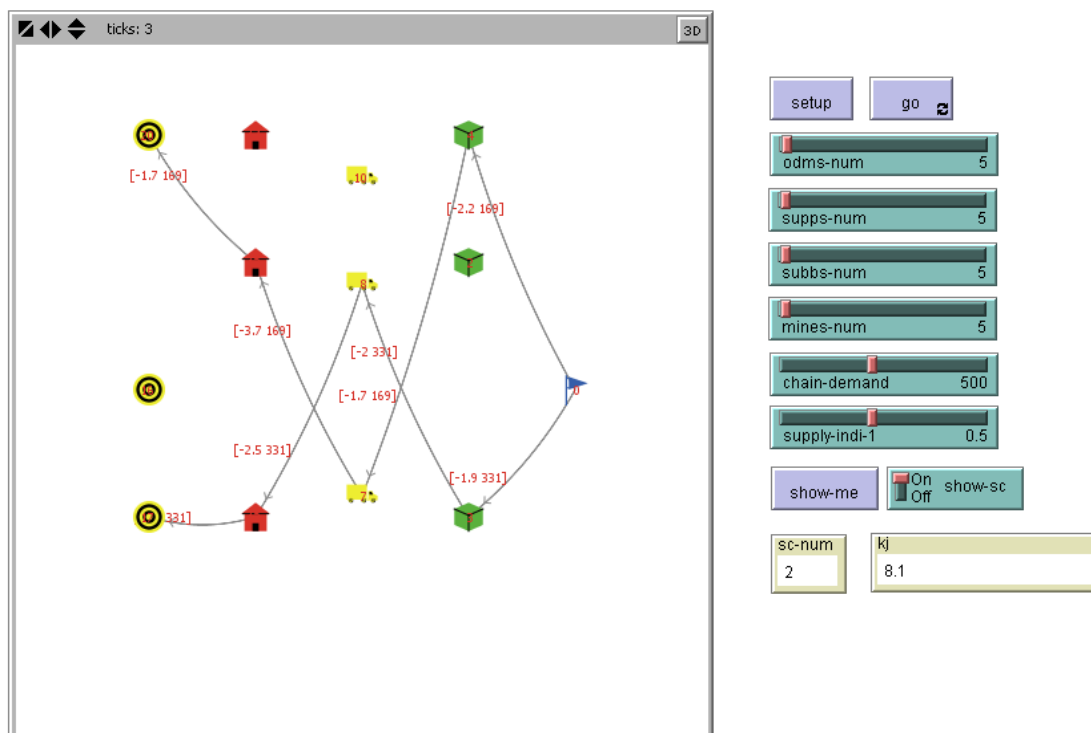
Aby znaleźć najtańszą ścieżkę (łańcuch dostaw) w sieci, uruchamiane są opisane wcześniej algorytmy Busackera-Gowena i BMEP³⁴⁶ (patrz rys. 5.9). W sieci takich łańcuchów może istnieć bardzo wiele (w zależności od zmienności popytu i podaży). Na rys. 5.10 pokazano przykład, w którym zostały skonfigurowane tylko dwa łańcuchy dostaw.



Rys. 5.9. Model DyConSC w środowisku NetLogo po uruchomieniu algorytmów Busackera-Gowena i BMEP

Źródło: Opracowanie własne.

³⁴⁶ Kod zaimplementowanych algorytmów oraz model w środowisku NetLogo i w tzw. wersji web'owej (z możliwością uruchamiania w przeglądarce internetowej) znajdują się na załączonej do tej rozprawy płycie CD.



Rys. 5.10. Skonfigurowane łańcuchy dostaw wraz z wielkościami przepływów w modelu DyConSC w środowisku NetLogo

Źródło: Opracowanie własne.

Głównym celem przeprowadzonych symulacji było określenie wpływu zwiększenia liczby przedsiębiorstw w danym rzędzie (*nodes-num*) oraz wskaźnika zmienności ich podaży (*supply-ind*) na średnią liczbę łańcuchów dostaw (*sc-num*) i średni koszt (ocena syntetyczna dostawców) przesłania rzeczy przez łańcuch dostaw (*avg-cost*).

Z uwagi na bardzo dużą liczbę zaplanowanych eksperymentów użyto narzędzia *BehaviorSpace*, będącego integralną częścią środowiska NetLogo, które umożliwia eksportowanie danych z przeprowadzonych symulacji do zewnętrznych plików. Wszystkie zebrane dane były analizowane w pakiecie oprogramowania statystycznego Statistica i arkusza kalkulacyjnym MS Excel.

5.4.3. Wyniki i wnioski z przeprowadzonych eksperymentów

W pierwszej części badania wykonywane były symulacje, gdzie zmieniano liczbę przedsiębiorstw w poszczególnych rzędach (*nodes-num*) o 10 jednostek, z 10 do 100, przy zachowaniu stałości liczby przedsiębiorstw z innych rzędów i założeniu, że *supply-ind* = 0.2 i *supply chain-demand* = 500. Symulacje przeprowadzono 1 000 razy dla każdego przypadku, co dało 10 000 symulacji dla każdego rzędu dostawców, czyli w sumie 40 000 dla całej sieci.

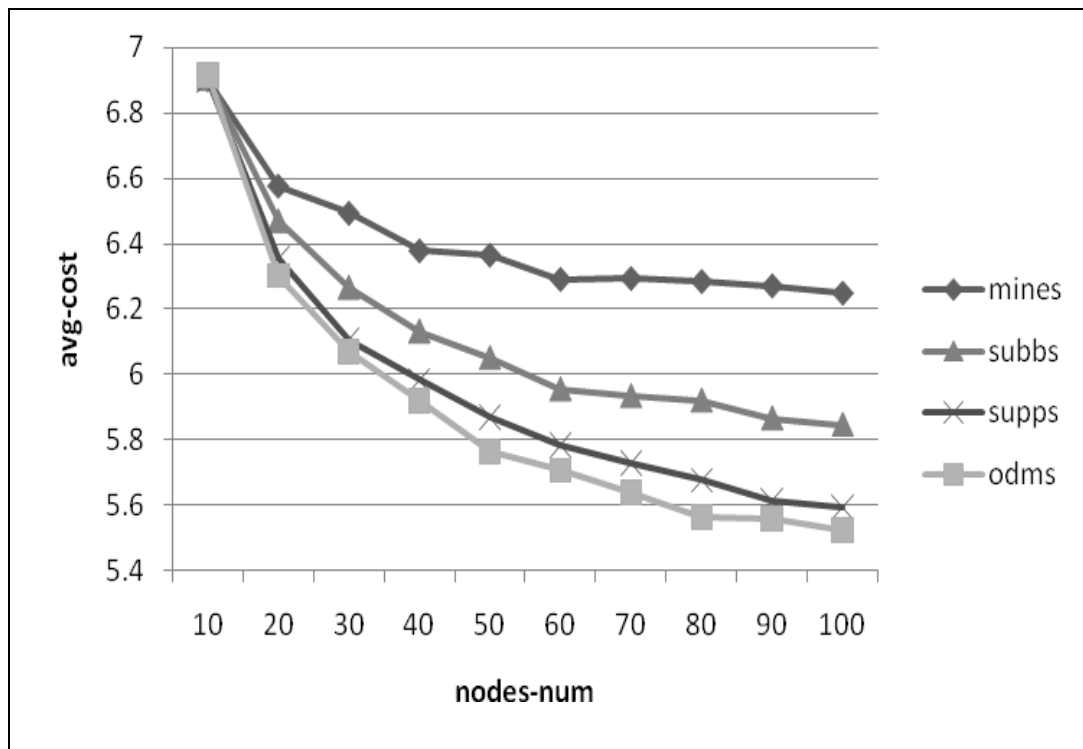
Wyniki symulacji pokazują, że wraz ze wzrostem *nodes-num*, zmienia się średnia liczba łańcuchów dostaw (*sc-num*) (patrz rys. 5.11). Ta zmiana jest jednak nieproporcjonalna. Przykładowo, zmieniając liczbę dostawców czwartego rzędu (*subbs*) 10-krotnie (z 10 do 100) średnia liczba łańcuchów zmniejszyła się tylko o 7%, w przypadku dostawców drugiego rzędu (*odms*) liczba ta spadła o 4.5%, natomiast zwiększając liczbę dostawców trzeciego rzędu (*supps*) wystąpił nawet wzrost *sc-num* o 2.5%. Można więc stwierdzić, że zmiana liczby dostawców w poszczególnych rzędach nie wpływa istotnie na liczbę konfigurowanych łańcuchów dostaw.



Rys. 5.11. Wpływ zmiany liczby przedsiębiorstw w poszczególnych rzędach na średnią liczbę konfigurowanych łańcuchów dostaw w sieci przedsiębiorstw

Źródło: Opracowanie własne.

Inaczej jest w przypadku *avg-cost*, gdzie te zmiany są bardziej widoczne (patrz rys. 5.12). Średni koszt (wraz ze wzrostem *nodes-num*) spada przeciętnie o 16%, a najszybciej dla dostawców drugiego rzędu (*odms*) – o 20%. Tą zależność można tłumaczyć tym, że im więcej jest firm w danym rzędzie, to ich oferty są bardziej konkurencyjne i klienci mają większy wybór dostawców. W efekcie konfigurowane są bardziej efektywne łańcuchy dostaw, składające się z najlepszych przedsiębiorstw. Ponadto, analizując wykres na rys. 5.12, można zauważyć, że im więcej jest ogniw bliżej FC (czyli kolejno *odms*, *supps*, *subbs* i *mines*), tym niższy jest średni koszt, przy założeniu, że *supply-ind* jest stałe.



Rys. 5.12. Wpływ zmiany liczby przedsiębiorstw w poszczególnych rzędach na średni koszt skomponowanego łańcucha dostaw w sieci przedsiębiorstw

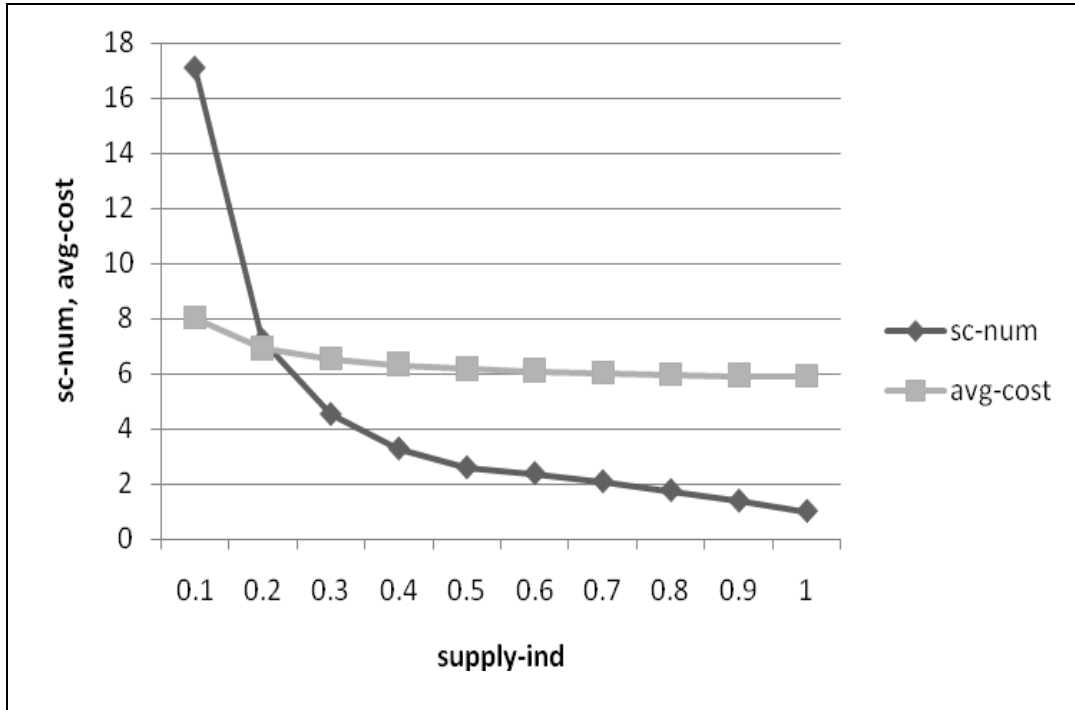
Źródło: Opracowanie własne.

W drugiej części eksperymentu zbadany został wpływ zmiany wskaźnika zmienności podaży poszczególnych przedsiębiorstw (*supply-ind*) na *sc-num* i *avg-cost*, przy założeniu niezmiennych *num-nodes* (po 10 dla każdego rzędu). W tej grupie symulacji zmieniano *supply-ind* o 0.1, z 0.1 do 1.0. Popyt FC (*supply chain-demand*) równał się 500, więc podaż przedsiębiorstw z pozostałych rzędów (*l-supply*) wynosiła od (50 + random 50) do (500 + random 50).³⁴⁷ Eksperyment, podobnie jak w poprzednim przypadku, był uruchamiany 1 000 razy. Wyniki przeprowadzonej symulacji pokazują, że wraz ze wzrostem *supply-ind* średnia liczba łańcuchów dostaw gwałtownie spada z 17 do 1, czyli o 94%. Co ciekawe, zwiększając dwukrotnie *supply-ind* z 0.1 do 0.2, średnia liczba łańcuchów, które mogą szybciej zaspokoić popyt FC, spada z 17 do 7, czyli o 58%. Dalszy wzrost *supply-ind* nie wpływa tak bardzo na spadek *sc-num*. W wyniku wzrostu *supply-ind* obniża się *avg-cost* o 26%. Największy spadek (o 14%) można odnotować w przypadku zmiany tego parametru z 0.1 na 0.2 (patrz rys.5.13).

Analizując przedstawione dane, potwierdza się oczywista zależność, że bardziej opłaca się współpracować z przedsiębiorstwami, które mają większe zdolności produkcyjne (*l-supply*), czyli mogą zaoferować większą ilość produktów. Taka współpraca skraca też

³⁴⁷ Podaż wyliczana jest według formuły: $supply\ chain\ demand * supply\ ind + random(chain\ demand * supply\ ind)$.

znacznie liczbę powstających łańcuchów dostaw. Mimo że liczba łańcuchów dostaw w prezentowanym modelu nie wpływa znacząco na średni koszt jednostkowy przysyłanej rzeczy, to warto jednak pamiętać, że im większa liczba łańcuchów w sieci, tym większe rozdrobnienie dostaw, czyli więcej pracy i więcej potencjalnych problemów (patrz rys.5.13).



Rys. 5.13. Wpływ zmiany wskaźnika zmienności podaży poszczególnych przedsiębiorstw na średnią liczbę łańcuchów dostaw i ich średni koszt

Źródło: Opracowanie własne.

Zakończenie

Informatyka staje się coraz częściej integralną częścią każdej organizacji gospodarczej. Dość powiedzieć, nowoczesna logistyka nie istniałaby bez wykorzystania technologii informacyjnych. Ułatwiają one bowiem funkcjonowanie sieci przedsiębiorstw, a w szczególności przesyłanie w jej ramach rzeczy i środków finansowych. Bardzo pomocne są rozwiązania informatyczne, które umożliwiają wykonywanie niektórych czynności w imieniu użytkownika.

Już w latach 70-tych XX wieku N. Negroponte z Massachusetts Institute of Technology w USA przewidywał, że przyszłość informatyki będzie związana z delegowaniem zadań programom komputerowym, znacznie ograniczającym pracochłonne wykonywanie wielu czynności. Według amerykańskiego badacza, użytkownicy komputerów mieli posługiwać się elektronicznym pomocnikiem – agentem, który miał uczyć się ich upodobań i uprzedzać ich zachowania.³⁴⁸ W tamtych czasach realizacja tej wizji była praktycznie niemożliwa. Obecnie, dzięki dynamicznemu rozwojowi inżynierii oprogramowania i elektroniki, ma ona szansę się ziścić. Jest to o tyle ważne, że z komputerów osobistych i urządzeń mobilnych (notebook, palmtop, telefon komórkowy itp.) korzysta już większość ludzi na świecie. Przeważnie są to osoby, które nie są informatykami i wymagają często pomocy oraz wsparcia technicznego. Trudno zresztą oczekiwać, żeby dysponowali oni specjalistyczną wiedzą i odpowiednią ilością czasu do samodzielnego realizowania wszystkich czynności na komputerze. W związku z tym, najlepszym rozwiązaniem jest delegowanie prostych, a z czasem coraz bardziej skomplikowanych, zadań do wykonania przez agenty programowe.³⁴⁹ Oczywiście nie jest to łatwe, ponieważ zamiary ludzi są trudne do ustalenia, a ich działania są podejmowane na podstawie niejednoznacznie określonych celów.

W opinii naukowców i praktyków, technologia agentowa ma w przyszłości stanowić podstawę wielu rozwiązań informatycznych, a w szczególności odegrać znaczącą rolę w elektronicznym biznesie. Jest to możliwe dzięki trzem podstawowym właściwościom agenta – autonomiczności, mobilności i inteligencji. Oznacza to, że agent działa samodzielnie w imieniu delegującego go użytkownika lub innego programu. Agent może także przemieszczać się między środowiskami i dostosowywać swoje działanie do zmian zachodzących w jego otoczeniu pracy lub też zmieniać dane środowisko dla swoich potrzeb.

³⁴⁸ Stanek S., Pańkowska M., Żytniewski M., *Agenci interfejsu i ich projektowanie*, w: *Rozwój informatycznych systemów wieloagentowych w środowiskach społeczno – gospodarczych*, red. Ganzha M., Paprzycki M., Sroka H., Stanek S., Wydawnictwo Placet, Warszawa 2008, s. 169.

³⁴⁹ Maes P., *Agents that reduce work and information overload*, "Communications of the ACM" 1994, vol. 37, no. 7, s. 30-40, za: Stanek S., Pańkowska M., Żytniewski M., *Agenci interfejsu i ich projektowanie... op. cit.*, s. 173-175.

Technologia agentowa ma szczególne zastosowanie w środowiskach, na które składają się systemy informatyczne wielu organizacji gospodarczych. Ma to bardzo duże znaczenie, ponieważ coraz częściej pojedyncze programy komputerowe, pełniące różną rolę są zastępowane przez złożone, pracujące w środowisku rozproszonym, dynamicznie zmieniane aplikacje sieciowe.

Agenty programowe ułatwiają pozyskiwanie oraz wymianę informacji wewnątrz przedsiębiorstwa, jak i w ramach całej sieci. Na podstawie zgromadzonej wiedzy są w stanie określić, które zadania i wymagania klientów mogą być zaspokojone. Umożliwiają bieżący przegląd, analizę i wybór najlepszych wśród wszystkich dostępnych na rynku podmiotów, spełniających określone kryteria. Dzięki temu liderzy sieci mogą łatwiej konfigurować, rekonfigurować i zarządzać dynamicznymi łańcuchami dostaw, budowanymi często na potrzeby jednej transakcji. Ponadto technologia agentowa, w połączeniu z bardzo popularnymi ostatnio technologiami internetowymi, ułatwia MŚP dostęp do globalnych rynków. To przekłada się na podniesienie poziomu konkurencyjności tej grupy przedsiębiorstw w stosunku do dużych firm oraz korporacji międzynarodowych.

Na podstawie przeprowadzonych w rozprawie badań teoretycznych i empirycznych stwierdzono, że konfigurowanie łańcucha dostaw jest wieloaspektowym zadaniem i wymaga łączenia wiedzy teoretycznej oraz wiedzy o charakterze praktycznym – nie tylko z zakresu ekonomii i zarządzania, ale również informatyki.

Przed przygotowaniem rozprawy zostało wyznaczonych osiem celów, które, w odczuciu autora, zostały zrealizowane:

- Przedstawiono i uporządkowano wiedzę z zakresu łańcucha dostaw i zarządzania nim.
- Zaprezentowano i oceniono najważniejsze, w opinii autora, technologie informacyjne, które są stosowane obecnie przez przedsiębiorstwa biorące udział w łańcuchu dostaw.
- Zbudowano schemat analityczny, który służy do konfigurowania łańcucha dostaw w sieci przedsiębiorstw.
- Zaproponowano metodykę konfigurowania łańcucha dostaw.
- Zaprojektowano trzy modele systemów wieloagentowych (MAPR, MAS, MASEW), mające na celu usprawnienie dotychczasowych rozwiązań informatycznych do konfigurowania łańcucha dostaw. Przy prezentacji każdego modelu dodano przykładowe scenariusze obejmujące proces budowy łańcucha dostaw na potrzebę jednej transakcji, z wykorzystaniem technologii agentowej i innych technologii oraz koncepcji.

- Zaprojektowano i zaimplementowano model DyConSC w środowisku NetLogo, w którym wykorzystano technologię agentową oraz teorię grafów.
- Przeprowadzono eksperymenty symulacyjne modelu DyConSC i na ich podstawie zaprezentowano najważniejsze wnioski.
- Wymieniono korzyści dla sieci przedsiębiorstw i ich członków z zastosowania zaproponowanych modeli systemów wieloagentowych do konfigurowania łańcucha dostaw.

Przeprowadzone badania i analiza oraz zaprezentowane rozważania teoretyczne umożliwiły potwierdzenie hipotez postawionych we wstępie rozprawy. Zauważono, że:

- Zachodzące obecnie zjawiska gospodarcze oraz trendy występujące w globalnych sieciach przedsiębiorstw powodują, że konfigurowanie łańcucha dostaw jest praktycznie niemożliwe bez użycia nowoczesnych instrumentów zarządzania i narzędzi informatycznych.
- Technologie informacyjne obecnie stosowane w sieciach przedsiębiorstw mają liczne wady i ograniczenia oraz trudno je użyć do efektywnego budowania łańcucha dostaw. Remedium na to jest technologia agentowa, która w połączeniu z innymi technologiami informacyjnymi umożliwia zmianę podejścia do konfigurowania łańcucha dostaw – budowanie dynamicznych i elastycznych łańcuchów dostaw, składających się z przedsiębiorstw oferujących najbardziej korzystne warunki współpracy w danym momencie.
- Zaprojektowany i zaimplementowany model systemu wieloagentowego DyConSC w środowisku NetLogo ułatwia dynamiczne konfigurowanie łańcucha dostaw, w szczególności dostarcza informacje dotyczące wszystkich członków sieci przedsiębiorstw, wspiera procesy decyzyjne lidera, umożliwia osiągnięcie celów sieci i jej poszczególnych uczestników, a co najważniejsze pomaga w wyborze najbardziej optymalnego łańcucha dostaw z punktu widzenia interesu całej sieci przedsiębiorstw.

W rozprawie zaproponowano modele, metodykę i schemat analityczny, które są przydatne do konfigurowania łańcucha dostaw. Do ich konstrukcji wykorzystano różne koncepcje, metody i narzędzia z zakresu teorii informatyki, nauk o zarządzaniu, ekonomii czy badań operacyjnych. W opinii autora, te propozycje stanowią znaczący wynik naukowy, gdyż w literaturze przedmiotu bardzo często opisuje się i podkreśla ważność budowania łańcucha dostaw, ale rzadko proponuje się kompleksowe podejście w tym zakresie.

Autor zdaje sobie jednak sprawę, że w zaproponowanych rozwiązaniach znajdują się liczne założenia oraz uproszczenia i uogólnienia, które w praktyce gospodarczej wymagałyby

uszczegółowienia. Przykładowo, w rozprawie skupiono się na projektowaniu trzech modeli systemów wieloagentowych do konfigurowania łańcucha dostaw i przedstawieniu aspektów implementacyjnych. Wdrożenie zaprojektowanych modeli w rzeczywistych sieciach przedsiębiorstw mogłoby wiązać się z uwzględnieniem wielu dodatkowych wymagań, dopasowaniem do danej branży itd. Natomiast przeznaczenie modelu DyConSC jest ograniczone do konfigurowania łańcucha dostaw produktów z danej grupy asortymentowej i nie obejmuje relacji poziomych między dostawcami. Trzeba jednak zaznaczyć, że te uproszczenia dają nowe możliwości w zakresie doskonalenia zaproponowanych rozwiązań i prowadzenia dalszych rozważań.

Również przedstawione w rozprawie potencjalne korzyści biznesowe, wynikające z zastosowania modeli systemów wieloagentowych w sieciach przedsiębiorstw i ich możliwości rozwijania, motywują do podjęcia kolejnych prac badawczych, między innymi nad bardziej złożoną współpracą między agentami reprezentującymi różnych partnerów biznesowych. W takich badaniach mogą być uwzględnione wszystkie fazy związane z negocjacjami, które zmierzają do realizacji określonego kontraktu. Jest to nie tylko, przedstawione w rozprawie, wyszukiwanie potencjalnych partnerów biznesowych, ale także prowadzenie wstępnych negocjacji, zespołowego przygotowania kontraktu, jego realizacji i monitorowania przebiegu oraz zamknięcia i walidacji uzyskanych w jego ramach wyników.

Warto również nadmienić, że aktualnie autor wspólnie z innymi członkami Katedry Logistyki i Transportu Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu oraz pracownikami Instytutu Inżynierii Zarządzania Politechniki Poznańskiej wdraża model DyConSC w JADE (ang. Java Agent DEvelopment Framework) – platformie dedykowanej dla technologii agentowej bazującej na języku programowania Java. Celem tego projektu jest zbadanie aspektów komunikacyjnych między agentami i określenia ewentualnych problemów z tym się wiążących.

Kolejnym kierunkiem badań nad modelem DyConSC jest zaproponowanie nowych algorytmów do rozwiązania problemu najtańszego przepływu o określonej wartości ze źródła do ujścia w danej sieci. Algorytm zastosowany w rozprawie (Busackera-Gowena) ogranicza się do dwóch etykiet: kosztu oraz wielkości przepływu, i nie ma możliwości dodania kolejnej, np. kryterium czasu realizacji przepływu.

English summary

Agent technology adaptation in supply chain configuration

The quickly changing requirements of the market and progressing internationalization of production have intensified the need to create new tools and solutions enabling modeling and managing complex supply chains. However, the complexity of the relations and aims variety of their particular members cause it to be very difficult to design and build supply chains, even within an existing enterprise network. That is why the supply chain configuration has recently been one of the principal supply chain management decisions.³⁵⁰

Merriam-Webster Dictionary and Online Thesaurus defines configuration as "...something (as a figure, contour, pattern, or apparatus) that results from a particular arrangement of parts or components".³⁵¹ In the case of the system configuration (e.g. of an enterprises network) creating a given structure composed of particular elements (e.g. enterprises) is involved. In turn, the configuration of supply chain may be characterized as the particular arrangement or permutation, of the supply network's main elements, including the network structure of the various operations within the supply network and their integrating mechanisms, the flow of materials and information between and within key unit operations, the role, inter-relationships, governance between network partners, and the value structure of the product or service delivered.³⁵²

The main premises contributing to a decision about the design and implementation of a new supply chain are considered to be the following:³⁵³

- Introduction of a new product/process or amendment of the current one.
- Allocation of a new resource or reallocation of the already existing one.
- Choice of a new supplier or change thereof.
- Alteration in the demand for new types of products.
- Change in lead times for product introduction and/or its life cycle.

The dependencies between particular entities of the supply chain also undergo changes. The long-term cooperation, characteristic for strategic partnership, and great engagement are undoubtedly desirable when transactions are multipronged and repetitive. It is not, however, necessary when effectiveness can be increased in a different, simpler way. In

³⁵⁰ Chandra C., Grabis J., *Supply Chain Configuration: Concepts, Solutions, and Applications*, Springer-Verlag, New York 2007, s. 22.

³⁵¹ *Merriam-Webster Dictionary and Online Thesaurus*, <http://www.m-w.com>, available 15.01.2009.

³⁵² Srari J.S., Gregory, M. *A Supply Network Configuration Perspective on International Supply Chain Development*, "International Journal of Operations and Production Management" 2008, vol. 26, no. 5, s. 394.

³⁵³ Chandra C., Grabis J., *Supply Chain Configuration... op. cit.*, s. 21.

practice there are situations in which the long-term collaboration does not have to be accompanied by full commitment of partners or in which the high level of product/service complexity requires a short-term or even single transaction.³⁵⁴

In reality, though, it is difficult to build such a “temporal” supply chain effectively. The choice of contractors for the transaction is usually guided by the criteria of resources availability, price competitiveness, positive recommendation, to name just a few. Typically, an enterprise inquires several subjects individually and then chooses the most attractive offer. Unfortunately, it is a very time-consuming task which requires efficient data interchange and analysis.

The fast-changing conditions of cooperation as well as the business environment may now cause the offer, which was attractive a few weeks ago, to be unavailable or less appealing. Finding a feasible configuration in which the enterprise network can achieve the highest possible level of performance constitutes a problem for supply chain management. Therefore, there is a need for solutions which will make it possible to currently browse, analyze and choose the best of all available offers meeting predefined requirements in a short time. One such solution is definitely information and communication technology (ICT) which enables data flow within the whole supply chain. Unfortunately, the currently used ICT does not ensure fully automatic communication among particular entities or efficient and quick capture of data from the chain, in contrast to agent technology which is one of the most prominent and attractive technologies in computer science. Using software agents, especially to support e-commerce automation is a very promising direction.³⁵⁵

Agent originates from the Latin *agere* which denotes an agreement to act on one's behalf. In computer science, a software agent is a piece of software that acts for a user or other program in a relationship of agency. Such "action on behalf of" implies the authority to decide when (and if) action is appropriate. The idea is that agents are not strictly invoked for a task, but activate themselves. Software agents are used in: computer viruses, antivirus software, personal assistants, travelling systems, electronic auctions, electronic freight exchanges etc.

The consultancy company Cap Gemini Ernst & Young has even predicted that the new generation of Supply Chain Management systems (SCM) will be developed on the basis of the

³⁵⁴ Witkowski J., *Zarządzanie łańcuchem dostaw*, Wydawnictwo PWE, Warszawa 2003, s. 35-36.

³⁵⁵ Kawa, A., Wiczerzycki, W., Fuks, K., *Dynamic Configuration and Management of e-Supply... op. cit.*, s.281-292; Labarthe O., Tranvouez, et al., *A Heterogeneous Multi-agent Modeling for Distributed Simulation of Supply Chain*, w: *HoloMAS 2003*, LNAI, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 2003, s. 135-145; *Call for Participation, 4th International Joint Conference AAMAS on Autonomous Agents and Multiagent Systems*, <http://www.agtivity.com>, available 15.05.2009.

agent technology. In future system numerous software agents are to represent each component of the supply chain.³⁵⁶ The agent technology may be especially useful for supply chain configuration and management based on e-markets. It is possible due to three particular properties of software agents:³⁵⁷

- Firstly, agents are autonomous, thus a user can activate them and disconnect from the network, provided agent mission is well defined.
- Secondly, such an agent can be highly mobile. This creates previously unknown opportunities for enterprises which can avoid stable supply chains, built on the basis of long-term contracts with business partners who are rarely replaced.
- Thirdly, agents can be very intelligent, thus they are able to support efficient supply chain configuration, including partners who offer one another the best cooperation possibilities and conditions at a given time.

Thanks to agent technology in SCM it is easier to search potential business partners and establish preliminary cooperation conditions. In fact, enterprises of all sizes can take part in such a dynamic supply chain without the necessity of having advanced information systems. Agent technology gives, then, a chance of entering global supply chains to small and medium enterprises. It is especially important since only about 20% of supply chains participants are companies which can afford expensive ICT investments (e.g. EDI, SCM).³⁵⁸

In the doctoral thesis eight research aims are presented which the author tries to accomplish:

- Presentation and systematization of theoretical basis of supply chain.
- Demonstration and evaluation of information and communication technologies currently used by enterprises from supply chain.
- Construction of analytical schema for supply chain configuration in enterprises network.
- Formulation of supply chain configuration methodics.
- Design of three models of multi-agent systems rationalizing previous ICT solutions in supply chain configuration.

³⁵⁶ Chiu M., Lin G.: *Collaborative supply chain planning using the artificial neural network approach*, "Journal of Manufacturing Technology Management" 2004, vol. 15, no. 8, s. 788.

³⁵⁷ Jennings N.R., Wooldridge M., *Agent Technology: Foundations, Applications and Markets*, Springer 1998, s. 2-3.; Jennings N.R., Wooldridge M., *Intelligent agents: Theory and practice*, Knowledge Engineering Review 10, 1995, s. 2-3.

³⁵⁸ *Inside RosettaNet's Automated Enablement*, Mark Schenecker 10 Jan. 2005, <http://www.ebizq.net/topics/b2b/features/5487.html?&pp=1>, dostęp 15.05.2009.

- Design and implementation of the DyConSC model (based on multi-agent system and graph theory), dedicated to supply chain configuration of personal computer industry, in the Netlogo environment.
- Simulation experiments of the DyConSC model and presentation of the most important results.
- Indication of business benefits in supply chain configuration obtained thanks to the multi-agent system models.

The above goals mirror the construction of this doctoral thesis. The dissertation consists of five chapters.

In the first chapter notions such as supply chain and management of them are depicted. The evolution of supply chain and its place in enterprises network are described. Relationships between enterprises, directions of supply chains development, factors influencing supply chain management and electronic supply chain management are mentioned, too. The chapter includes the description of Supply-Chain Operations Reference-Model and SCM Model.

The next chapter focuses on information and communication technologies, especially their limitations and weaknesses in supply chain management. The information solutions, such as: enterprise resource planning, supply chain management, electronic data interchange, internet technologies, new standards of data interchange and agent technology are discussed.

The third chapter contains the proposition of the author's three multi-agent system models used in supply chain configuration in enterprises network. Their aim is to search and recruit business partners more easily. Their structure depends on the environment (centralized or decentralized) in which they act. These models are as follows: Multi-Agent based on Public Registries (MAPR), Multi-Agent Swarm (MAS) and Multi-Agent based on Semantic Web (MASEW).

In the fourth chapter the issue of supply chain configuration and the most important premises, decisions and determinants, connected with building such an arrangement, are given. The analytical schema and methodics of supply chain configuration in enterprises network are proposed.

The fifth chapter shows the exemplification of the DyConSC model dedicated to supply chain configuration in personal computer industry. This model is based on the software agents and graph theory (especially the Busacker-Gowen and BMEP algorithms). It is implemented in NetLogo – a cross-platform multi-agent programmable modeling environment. The assumptions and environment of the modeling system are discussed. The experiment

simulations are described, too. In the last section of this chapter the results of the simulations and the findings are provided.

The last part concludes this doctoral thesis and presents possible future research. Work on the implementation of the DyConSC model in JADE (Java Agent DEvelopment Framework) is currently conducted. JADE is a software framework for multi-agent systems which will allow to create the runtime environments for agents representing different entities from enterprises network. The next interesting direction of research is the proposal of new algorithms to find the cheapest supply chain (so the shortest path in the graph) with an additional criterion (e.g. delivery time).

Skorowidz

3

3PL · 24, 147, 148, 152

A

ABC · 62, 116, 120, 175
ACL · 75, 126, 135, 142, 144, 145, 146,
147, 148, 157
agile management · 87, 88
AH · 139, 140, 142, 143, 144
algorytm BMEP · 169, 170, 179, 181, 193
algorytm Busackera-Gowena · 168, 169,
179, 181, 189

B

BA · 80, 141, 142, 143, 144
benchmarking · 28, 34
BPR · 99, 102, 103, 104, 110

C

closed loop MRP · 44
CPFR · 51
CRM · 45, 46
cykl Deminga · 104

D

DCOR · 99, 100, 101, 102, 103, 110
DyConSC · 9, 10, 11, 12, 161, 170, 171,
173, 175, 177, 179, 180, 181, 182, 188,
189, 193, 194, 197

E

ebXML · 61, 62, 63, 127, 131
EDI · 53, 54, 55, 56, 61, 62, 63, 64, 130,
151, 165
ERP · 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 51, 52,
142, 152, 165, 179
ERP II · 46
eSC · 37, 38

F

FC · 97, 163, 164, 165, 171, 172, 173, 180,
181, 183, 184
FIPA · 75, 144, 145, 157, 158

G

GPS · 79, 82, 147

I

ICT · 37, 191

J

just-in-time · 161

K

KPI · 50

L

lean management · 87, 88

M

MAPR · 127, 128, 130, 138, 170, 171, 187,
193
MAS · 74, 136, 138, 139, 140, 141, 142,
144, 149, 187, 193
MASEW · 149, 151, 152, 154, 155, 157,
158, 187, 193
mass customization · 89
model pięciu grup partnerów · 92, 96, 97
model sieci przemysłowych · 92, 96
MRP · 43, 49, 51
MRP II · 44
Multi-Agent System · 74

N

NetLogo · 9, 11, 12, 78, 177, 178, 179,
180, 181, 182, 188, 193, 197

O

ODM · 163, 164, 165, 171, 172, 181
ontologia · 151, 152, 153
outsourcing · 87

P

PA · 80, 141, 142, 143, 144
palmtop · 77, 186
PRH · 128, 131, 133, 172, 174
PSA · 80, 140, 141, 154

R

RDF · 126, 149, 150, 151, 157, 158, 159
reengineering · 102, 103
RFID · 79
RosettaNet · 12, 61, 63, 64, 65, 126, 127,
128, 132, 133, 134, 135, 138, 165, 166,
171, 204

S

SCM · 8, 28, 32, 35, 43, 45, 46, 47, 48, 49,
50, 51, 52, 65, 165, 179, 191, 192, 193
SCOR · 30, 34, 35, 49, 99, 100, 101, 113,
119, 121, 122
sieć semantyczna · 149
SMI · 51

SOA · 138, 139
SRM · 45, 46
Supply Chain Council · 30, 99

T

teoria gron · 92, 94
teoria kluczowych kompetencji · 91, 93
teoria kosztów transakcyjnych · 92, 95
teoria lokalizacji · 92, 93
teoria międzynarodowego cyklu życia
produktu · 92, 95
teoria migracji wartości · 92, 97
teoria zasobowa firmy · 91

U

UML · 127
URL · 60

V

VMI · 51

X

X-engineering · 103, 107, 163
XML · 56, 61, 62, 63, 126, 127, 133, 149,
150, 151, 158, 159

Załączniki

Do rozprawy dołączona jest płyta CD, na której znajdują się:

- źródła internetowe wykorzystywane w pracy,
- zaimplementowany model DyConSC wraz z kodem źródłowym w środowisku NetLogo,
- zaimplementowany model DyConSC w tzw. wersji web'owej (z możliwością uruchamiania w przeglądarce internetowej),
- program instalacyjny środowiska programowania wieloagentowego NetLogo,
- dane pochodzące z eksperymentów symulacyjnych przeprowadzonych za pomocą narzędzia BehaviorSpace.

Spis rysunków

Rys. 1.1. Łańcuch wartości	14
Rys. 1.2. Przykładowy model łańcucha dostaw z siecią dostawców, przedsiębiorstwem, siecią dystrybucji i końcowymi klientami.....	16
Rys. 1.3. Łańcuchy dostaw w sieciach przedsiębiorstw.....	18
Rys. 1.4. Macierz obszarów zarządzania łańcuchem dostaw	31
Rys. 1.5. Dom SCM.....	32
Rys. 1.6. Aktualnie praktykowany zakres zarządzania łańcuchem dostaw.....	33
Rys. 1.7. Referencyjny model oceny łańcucha dostaw – SCOR.....	35
Rys. 1.8. Elektroniczny łańcuch dostaw łączy zalety integracji pionowej i tradycyjnego łańcucha dostaw.....	39
Rys. 2.1. Rozwój zintegrowanych systemów informatycznych wspomagających zarządzanie przedsiębiorstwem	44
Rys. 2.2. Ogólny schemat wymiany informacji w systemach EDI	54
Rys. 2.3. Architektura systemu agentowego	72
Rys. 3.1. Schemat analityczny do konfigurowania łańcucha dostaw	105
Rys. 4.1. Budowanie łańcucha dostaw z wykorzystaniem technologii agentowej i rejestru publicznego	131
Rys. 4.2. Operacje przeprowadzane przez agentów w rejestrze publicznym	133
Rys. 4.3. Przykład dokumentu “Notify of Shipping Order Confirmation” przygotowanego w języku XML zgodnie z Partner Interface Processes (PIP 3B13), RosettaNet Standard.....	134
Rys. 4.4. Przykład dokumentu “Notify of Shipping Order Confirmation” przygotowanego w języku XML, zgodnie z Partner Interface Processes (PIP 3B13), RosettaNet Standard, z brakującym polem	134
Rys. 4.5. Informowanie o znalezionym zasobie agentów swojego przedsiębiorstwa rezydujących w innych klastrach	144
Rys. 4.6. Złożenie propozycji w języku ACL.....	145
Rys. 4.7. Przyjęcie oferty w języku ACL.....	146
Rys. 4.8. Odrzucenie oferty w języku ACL	146
Rys. 4.9. Potwierdzenie właściwej realizacji zadania w języku ACL	146
Rys. 4.10. Potwierdzenie niewłaściwej realizacji zadania w języku ACL	147
Rys. 4.11. Prośba o wykonanie określonego zadania w języku ACL	147
Rys. 4.12. Zgoda na wykonanie zadania w języku ACL.....	147
Rys. 4.13. Prośba o dodatkowy opis w języku ACL	148
Rys. 4.14. Poinformowanie w języku ACL.....	148
Rys. 4.15. Przykład ontologii w języku OIL z objaśnieniem	152

Rys. 4.16. Architektura serwera ontologii.....	153
Rys. 4.17. Model systemu wieloagentowego MASEW, bazujący na idei sieci semantycznej	157
Rys. 4.18. Komunikat typu „Inform” wraz ze schematem opisu zasobów RDF.....	158
Rys. 4.19. Przykładowy opis zasobu w XML-u wraz z jego znaczeniem przygotowanym w RDF-ie.....	159
Rys. 4.20. Przykładowa struktura opisu zasobu w RDF-ie.....	160
Rys. 5.1. Porównanie łańcucha dostaw firmy Dell z innymi przedsiębiorstwami branży komputerów osobistych.....	163
Rys. 5.2. Struktura łańcucha dostaw branży komputerów osobistych	164
Rys. 5.3. Przykład sieci przedsiębiorstw branży komputerów osobistych składającej się z kolejnych rzędów dostawców	167
Rys. 5.4. Algorytm Busackera-Gowena	169
Rys. 5.5. Algorytm BMEP	170
Rys. 5.6. Struktura materiałowa produktów (BOM) w branży komputerów osobistych	174
Rys. 5.7. Wizualizacja przykładowej sieci przedsiębiorstw w środowisku NetLogo	178
Rys. 5.8. Interfejs wraz z widokiem modelu DyConSC w środowisku NetLogo	180
Rys. 5.9. Model DyConSC w środowisku NetLogo po uruchomieniu algorytmów Busackera-Gowena i BMEP	181
Rys. 5.10. Skonfigurowane łańcuchy dostaw wraz z wielkościami przepływów w modelu DyConSC w środowisku NetLogo	182
Rys. 5.11. Wpływ zmiany liczby przedsiębiorstw w poszczególnych rzędach na średnią liczbę konfigurowanych łańcuchów dostaw w sieci przedsiębiorstw	183
Rys. 5.12. Wpływ zmiany liczby przedsiębiorstw w poszczególnych rzędach na średni koszt konfigurowanego łańcucha dostaw w sieci przedsiębiorstw	184
Rys. 5.13. Wpływ zmiany wskaźnika zmienności podaży poszczególnych przedsiębiorstw na średnią liczbę łańcuchów dostaw i ich średni koszt	185

Spis tabel

Tab. 1.1. Pięć wymiarów elastyczności łańcucha dostaw	26
Tab. 1.2. Fazy rozwoju koncepcji zarządzania łańcuchem dostaw	28
Tab. 1.3. Wybrane interpretacje terminu „zarządzanie łańcuchem dostaw”	29
Tab. 2.1. Przykładowe funkcje podsystemów SRM i CRM	46
Tab. 2.2. Wybrane interpretacje terminu „agent programowy”	68
Tab. 2.3. Cechy przypisywane agentom i systemom agentowym.....	71
Tab. 3.1. Kryteria oceny dostawców	121
Tab. 3.2. Przykładowe przyporządkowanie wartości liczbowych kryteriom oceny dostawców	125
Tab. 4.1. Porównanie cech i zadań kolonii pszczół z agentami programowymi.....	141
Tab. 5.1. Konkurencyjność łańcuchów dostaw w wybranych branżach – porównanie podstawowych mierników modelu SCOR.....	162

Bibliografia

1. Abramowicz W., *Zejście z drzewa, czyli interoperacyjność*, „CEO. Magazyn Kadry Zarządzającej” 2004, nr 5.
2. Adamczewski P., *Informatyczne wspomaganie łańcucha logistycznego*, Wydawnictwo UEP, Poznań 2001.
3. Alter S., *Information systems: Foundation of E-Business*, Prentice Hall Upper, Saddle River 2002.
4. Anders A., *Zarządzanie procesowe i mapowanie procesów biznesowych*, w: *Instrumenty zarządzania łańcuchami dostaw*, red. Ciesielski M., Wydawnictwo PWE, Warszawa 2009.
5. Anholcer M., *Przepływy w sieciach*, w: *Badania operacyjne*, red. Sikora W., Wydawnictwo PWE, Warszawa 2008.
6. Appelqvist P., Lehtonen J.M., Kokkonen J., *Modelling in product and supply chain design: literature survey and case study*, “Journal of Manufacturing Technology Management” 2004, vol.15, no. 7.
7. Ayers J.B., *Handbook of Supply Chain Management*, St. Lucie Press, London, New York 2001.
8. Babiarz P., Piotrowski M., Wawrzyńkiewicz M., *Mass customization jako nowa, konkurencyjna strategia biznesowa*, "Logistyka" 2004, nr 5.
9. Balcerak A., Kwaśnicki W., *Modelowanie symulacyjne systemów społeczno-gospodarczych – różnorodność podejść i problemów*, w: *Symulacja systemów społeczno-gospodarczych*, red. Balcerak A., Kwaśnicki W., Prace Naukowe IOiZ Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2005.
10. Balou R. H., *The evolution and future of logistics and supply chain management*, “European Business Review” 2007, vol. 19, no. 4.
11. Barners-Lee T., Hendler J., Lassila O., *Sieć Semantyczna*, „Świat Nauki” 2001, nr 7.
12. Benko G., *Geografia technopolii*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1993.
13. Bercovitz J., Beckman S., Rosen C. M., *Environmental Supply-Chain Management in the Computer Industry*, “Journal of Industrial Ecology” 2001, vol. 4, no. 4.
14. Berners-Lee T., Hendler J., Lassila, O., *A New Form of Web Content that is Meaningful to Computers will Unleash a Revolution of New Possibilities*, “Scientific American” 2001, vol. 284, no. 5.
15. Beth S., Burt D. N., Capacino W., Gopal C., Lee H. L., Lynch R. P., Morris S., *Budowanie relacji w ramach łańcucha dostaw*, w: *Harvard Business Review. Zarządzanie łańcuchem dostaw*, Wydawnictwo Helion, Gliwice, 2007.
16. Bolstorff P., Rosenbaum R., *Supply Chain Excellence*, Amacom, New York 2003.

17. Bovet M., Martha J., *Value nets. Breaking to supply chain to unlock hidden profits*, John Wiley & Sons, New York 2001.
18. Bozarth C., Handfield R.B., *Wprowadzenie do zarządzania operacjami i łańcuchem dostaw*, Wydawnictwo Helion, Gliwice 2007.
19. Bratnicki M., *Kompetencje przedsiębiorstwa. Od określania kompetencji do zbudowania strategii*, Wydawnictwo Placet, Warszawa 2000.
20. Budner W., *Lokalizacja przedsiębiorstw. Aspekty ekonomiczno-przestrzenne i środowiskowe*, Wydawnictwo UEP, Poznań 2003.
21. Busacker, R.G., Gowen, P.J., *A Procedure for Determining a Family of Minimal-Cost Network Flow Patterns*, O.R.O. Technical Report No. 15, Operational Research Office, John Hopkins University, Baltimore, MD 1961.
22. Byrski A., Cetnarowicz K., Dreżewski R., Siwik L., *Agentowe metody inteligencji obliczeniowej*, w: *Rozwój informatycznych systemów wieloagentowych w środowiskach społeczno – gospodarczych*, red. Ganzha M., Paprzycki M., Sroka H., Stanek S., Wydawnictwo Placet, Warszawa 2008.
23. *Call for Participation, 4th International Joint Conference AAMAS on Autonomous Agents and Multiagent Systems*, <http://www.agtivity.com>.
24. Cellary W., Walczak K., Wiczerzycki W., *Using Intranet Technology to Business Process Re-engineering*, w: *International Conference on Business Information Systems BIS'97*, red. Abramowicz W., Poznań 1997.
25. Chajtman S., *Systemy i procesy informacyjne*, Wydawnictwo PWE, Warszawa 1986.
26. Champy J., *X-engineering przedsiębiorstwa. Przemysł swój biznes w erze cyfrowej*, Wydawnictwo Placet, Warszawa 2003.
27. Chandra C., Grabis J., *Supply Chain Configuration: Concepts, Solutions, and Applications*, Springer-Verlag, New York 2007.
28. Chiu M., Lin G., *Collaborative supply chain planning using the artificial neural network approach*, "Journal of Manufacturing Technology Management" 2004, vol. 15, no. 8.
29. Chmielarz W., *Handel elektroniczny nie tylko w gospodarce wirtualnej*, Wydawnictwa Naukowe Wydziału Zarządzania, Warszawa 2001.
30. Chopra S., Meindl P., *Supply Chain Management: Startegy, Planning and Operation*, Prentice Hall, Upper Sadle River, New Jersey 2004.
31. Chou D. C., Tan X., Yen D. C., *Web technology and supply chain management*, "Information Management & Computer Security" 2004, vol. 12, no. 4.
32. Christopher M., *Logistics and Supply Chain Management*, Prentice Hall, New York 2005.
33. Christopher M., *Logistics and Supply Chain Management. Strategies for Reducing Cost and Improving Service*, Financial Times Management, London 1998.

34. Christopher M., *Logistyka i zarządzanie łańcuchem dostaw*, PCDL, Warszawa 2000.
35. Ciesielski M., *Problemy analizy strategii globalnych łańcuchów dostaw*, <http://www.scf.pl>.
36. Ciesielski M., *Determinanty wzrostu różnorodności globalnych łańcuchów dostaw*, „Gospodarka Materialowa i Logistyka” 2006, nr 5.
37. Ciesielski M., *Poziomy analizy w logistyce i w zarządzaniu łańcuchami dostaw*, „Gospodarka Materialowa i Logistyka” 2007, nr 6.
38. Ciesielski M., *Problemy analizy strategii globalnych łańcuchów dostaw*, <http://www.scf.pl>.
39. Ciesielski M., *Relacje między dostawcami i odbiorcami*, „Gospodarka Materialowa i Logistyka” 2004, nr 7.
40. Ciesielski M., *Sieci gospodarcze a konkurencyjność firm, branż i regionów*, „LogForum” 2005, vol. 1, no. 2.
41. Ciesielski M., *Strategiczna rola łańcuchów dostaw*, w: *Strategie łańcuchów dostaw*, red. Ciesielski M., Długosz J., Wydawnictwo PWE, Warszawa 2009 (w druku).
42. Ciesielski M., *Teoretyczne podstawy i problemy logistyki*, Katedra Logistyki Transportu, UEP, Poznań 2003.
43. Ciesielski M., *Teoretyczne podstawy logistyki i zarządzania łańcuchem dostaw*, „Gospodarka Materialowa i Logistyka” 2006, nr 8.
44. Ciesielski M., Zimniewicz S., *Partnerstwo i dominacja*, „Gospodarka Materialowa i Logistyka” 2005, nr 4.
45. *Clusters, Segments and PIPs*. Version 02.06.00, 09 January 2009, RosettaNet Program Office, <http://www.rosettanel.org>.
46. Coase R., *The Firm, the Market and the Law*, The University of Chicago Press, Chicago and London 1988.
47. Cohen P., Wang M., Cheyer A. J., Baeg S. C., *An Open Agent Architecture*, „Journal of Autonomous Agents and Multi-Agent Systems” 1994.
48. Cooper R., Slagmulder R., *Supply Chain Development for the Lean Enterprise – Interorganizational Cost Management*, Productivity Press, Portland 1999.
49. Cox J.F, Blackstone J.H., Spencer M.S., *APICS Dictionary* (8th ed.), American Production and Inventory Control Society, Falls Church 1995.
50. Coyle J.J., Bardi E.J., Langley Jr C.J., *Zarządzanie logistyczne*, Wydawnictwo PWE, Warszawa 2002.
51. Cygler J., *Kooperencja, nowy typ relacji między konkurentami*, „Organizacja i Kierowanie” 2007, nr 2.
52. D’Inverno M., Luck M., *Understanding Agent Systems*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 2004.
53. Damaceanu R. C., *An agent-based computational study of wealth distribution in function*

- of resource growth interval using NetLogo*, "Applied Mathematics and Computation" 2008, vol. 201, no. 1-2.
54. Dobrowolski G., Koźlak J., Nawarecki E., *Systemy agentowe w zarządzaniu sytuacjami kryzysowymi*, w: *Rozwój informatycznych systemów wieloagentowych w środowiskach społeczno-gospodarczych*, red. Ganzha M., Paprzycki M., Stanek S., Sroka H., Wydawnictwo Placet, Warszawa 2008.
 55. Douligeris C., Tilipakis N., *A knowledge management paradigm in supply chain*, "Euromed Journal of Business" 2006, vol. 1, no 1.
 56. Dudzik M., *Technologiczne i organizacyjne determinanty łańcucha dostaw w branży komputerów osobistych*, „Gospodarka Materiałowa i Logistyka”, 2006, nr 5.
 57. *eMarketplaces - The fall and rise of Internet B2B*, <http://www.researchandmarkets.com>.
 58. European Committee for Standardisation, CEN/TC, *Logistics – Structure, basic terms and definitions in Logistics*, Brussels 1997.
 59. Fawcett S.E., Magnan G.M., *The rhetoric and reality of supply chain integration*, "International Journal of Physical Distribution & Logistics Management" 2002, vol. 32, no. 5.
 60. Fechner I., *Zarządzanie łańcuchem dostaw*, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Logistyki, Poznań 2007.
 61. *FIPA Communicative Act Library Specification*, <http://www.fipa.org/specs/fipa00037/>.
 62. Folinis D., Manthau V., Sigala M., Vlachopoulou M., *E-volution of a supply chain: cases and best practices*, „Internet Research” 2004, vol. 14, no. 4.
 63. Foster W., Cheng Z., *Technology and Organizational Factors in the Notebook Industry Supply Chain*, CAPS, USA 2006.
 64. Franklin S., Graesser A., *Is it an Agent, or Just a Program?*, "A taxonomy for Autonomous Agents, Proceedings of the Third International Workshop on Agent Theories, Architectures, and Languages" 1996, Springer-Verlag, UK.
 65. Fuks K., *Potop informacji - bariera na drodze do ery społeczeństwa informacyjnego*, w: *Era społeczeństwa informacyjnego: wyzwania, szanse, zagrożenia*, red. Kleban J., Wieczerzycki W., Wydawnictwo Wyższej Szkoły Komunikacji i Zarządzania, Poznań 2005.
 66. Fuks K., *Elektroniczna wymiana danych*, w: *Nowoczesne technologie w logistyce*, red. Długosz J., Wydawnictwo PWE, Warszawa 2009.
 67. Fuks K., Kawa A., *Dynamiczne konfigurowanie łańcuchów dostaw w oparciu o technologię agentową*, w: *Logistyka i zarządzanie produkcją – nowe wyzwania, odległe granice*, red. Fertsch M., Grzybowska K., Stachowiak A., Politechnika Poznańska - Instytut Inżynierii Zarządzania, Poznań 2007.

68. Fuks K., Kawa A., *Konfigurowanie i zarządzanie elektronicznymi łańcuchami dostaw w globalnych sieciach gospodarczych dzięki wsparciu technologii internetowych*, w: *Innowacyjne systemy, procesy i metody zarządzania międzynarodowego*, red. Trocki M., Oficyna Wydawnicza Szkoły Głównej Handlowej, Warszawa 2008.
69. Fuks K., Kawa A., *Simulation of Resource Acquisition by e-Sourcing Clusters Using NetLogo Environment*, w: *KES-AMSTA 2009*, red. A. Håkansson et al., Lecture Notes in Artificial Intelligence, vol. 5559, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 2009.
70. Fuks K., Kawa A., Wiczerzycki W., *Adaptation of Extended Polymorphic Self-Slimming Agent Model into e-Sourcing Platform*, w: *Proceedings of the International Multiconference on Computer Science and Information Technology*, vol. 3, Wisła 2008.
71. Fuks K., Kawa A., Wiczerzycki W., *Dynamic Configuration and Management of e-Supply Chains Based on Internet Public Registries Visited by Clusters of Software Agents*, w: *3rd International Conference on Industrial Applications of Holonic and Multi-Agent Systems - HoloMAS '07*, Springer-Verlag, Lecture Notes in Artificial Intelligence, vol. 4659, Berlin Heidelberg 2007.
72. Fuks K., Kawa A., Wiczerzycki W., *Improved e-Sourcing Strategy with Multi-Agent Swarms*, w: *Conference on Intelligent Agents, Web Technologies and Internet Commerce (IAWTIC 2008)*, IEEE Computer Society, Washington, USA 2009.
73. Fuks K., Kawa A., *Technologia agentowa w zarządzaniu łańcuchem dostaw*, „Logistyka” 2008, nr 2.
74. Fuks K., *SCOR – model referencyjny łańcucha dostaw*, w: *Instrumenty zarządzania łańcuchami dostaw*, red. Ciesielski M., Wydawnictwo PWE, Warszawa 2009.
75. Fuks K., Wiczerzycki W., *A new approach to information exchange within Public Registries based on RosettaNet standards*, w: *6th International Workshop on Web Based Collaboration*, IEEE Computer Society Press, USA 2006.
76. Fung V. K., Fung W. K., Wind Y., *Konkurowanie w płaskim świecie*, Wydawnictwa Akademickie i Profesjonalne, Warszawa 2008.
77. Gadde L.E., Hakansson H., *Professional Purchasing*, Routledge, London 1993.
78. Galant V., Paprzycki M., *Information Personalization in an Internet Based Travel Support System*, w: *Proceedings of the BIS'2002 Conference*, red. Abramowicz W., Wydawnictwo UEP, Poznań 2002.
79. Galant V., Tubycy J., *Inteligentny Agent Programowy*, Prace Naukowe UEW, Wrocław 2001.
80. Gawinecki M., Kaczmarek P., Paprzycki M., Vetulani Z., *Interakcja Użytkownik-Agentowy System Wspomagania Podróży*, w: *Materiałach 17-tej Górskiej Szkoły PTI*, Szczyrk 2005.

81. Godniak M., *Wspomaganie zarządzania organizacji wirtualnej z wykorzystaniem technologii typu „Multi-Agent Systems”*, w: *Rozwiązania internetowe w SWO*, Wydawnictwo AE Katowice, Katowice 2003.
82. Gorynia M, Jankowska B., *Wpływ klastrów na konkurencyjność i internacjonalizację przedsiębiorstw*, „Gospodarka Narodowa” 2007, nr 7-8.
83. Grajewski P., *Organizacja procesowa*, Wydawnictwo PWE, Warszawa 2007.
84. Green S., Hurst L., Nangle B., Fergal S., Pádraig C., *Software Agents: A review*, Technical Paper, Broadcom Eireann Research Ltd. and Trinity College, Dublin 1997.
85. Gruber T, *A translation Approach to Portable Ontology Specification*, “Knowledge Acquisition” 1993, vol. 5.
86. Hamel G., Doz Y.L, Prahalad. C.K., *Collaborate with Your Competitors and Win*, “Harvard Business Review” 1989, nr 1.
87. Hammer M., Champy J., *Reengineering w przedsiębiorstwie*, Neumann Management Institute, Warszawa 1996.
88. Handfield R.B., Nichols E.L., *Introduction to Supply Chain Management*, Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ 1999.
89. Harland C. M., *Supply Chain Management: Relationships, Chains and Networks*, “British Journal of Management” 1996, vol. 7, Special Issue (March).
90. Hawking P., Stein A., Wyld D. C., Foster S., *E-Procurement: Is the Ugly Duckling Actually a Swan Down Under?*, “Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics” 2004, vol. 16, no. 1.
91. Hayes F., *The Story So Far*, “Computerworld” 2002, nr 7.
92. Hayes-Roth B., *An Architecture for Adaptive Intelligent Systems*, “Artificial Intelligence: Special Issue on Agents and Interactivity” 1995, vol. 72.
93. Hodge G., *Taxonomy of Knowledge Organization Sources/Systems*, <http://nkos.slis.kent.edu>.
94. Holmström J., Främling K., *Exploration of the impact of RFID and agent technology on operations management*, w: *Proceedings of First International Conference on Design Science Research in Information Systems and Technology*, Claremont, California 2006.
95. Houlihan J.B, *International supply chains: a new approach*, “Management Decision” 1998, vol. 26, no. 3.
96. <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/models/community>.
97. <http://jmvidal.cse.sc.edu/netlogomas>.
98. <http://www.cs.rmit.edu.au/agents/prometheus>.
99. <http://www.dell.com>.
100. <http://www.ebxml.org>.

101. <http://www.edi.pl>.
102. <http://www.e-fakty.pl>,
103. <http://www.fipa.org>.
104. <http://www.gazeta-it.pl>.
105. <http://www.gs1pl.org>
106. <http://www.kep.pl>
107. <http://www.optalg.com>.
108. <http://www.rosettanet.org>.
109. <http://www.soa.edu.pl>.
110. <http://www.spinsa.pl>.
111. *Inside RosettaNet's Automated Enablement*, Mark Schenecker 10 Jan. 2005, <http://www.ebizq.net>.
112. *Intelligent Agents Project at IBM*, <http://www.research.ibm.com/iagents>.
113. Jabnoun N., Sahraoui S., *Enabling a TQM structure through information technology*, "Competitiveness Review", 2004, vol, 14, no. 1-2.
114. Jacyno M., *Sieci Semantyczne – WWW następnej generacji*, <http://www.e-biznes.pl>.
115. Janota A., Rastočný K., Zahradnik J., *Multi-agent approach to traffic simulation in NetLogo environment - level crossing model*, w: *Transport systems Telematics TST'05*, Zeszyty Naukowe. Transport / Politechnika Śląska, 2005.
116. Jarosz M., *Słownik Wyrazów Obcych*, Wydawnictwo Europa, Wrocław 2001.
117. Jennings N.R., Wooldridge M., *Agent Technology: Foundations, Applications and Markets*, Springer 1998.
118. Jennings N.R., Wooldridge M., *Intelligent agents: Theory and practice*, Knowledge Engineering Review 10, 1995.
119. Jeszka A.M., Kawa A., *Raport – Polska branża przesyłek ekspresowych*, Katedra Logistyki i Transportu, UEP, Poznań 2003.
120. Kale V., *SAP R/3. Przewodnik dla menadżerów*, Wydawnictwo Helion, Gliwice 2001.
121. Kaplan R.S, Narayanan V.G., *Measuring and Managing Customer Profitability*, "Journal of Cost Management" 2001, no. 5.
122. Karaev A., Koh S.C.L., Szamosi L. T., *The cluster approach and SME competitiveness: a review*, "Journal of Manufacturing Technology Management" 2007, vol. 18, no. 7.
123. Kawa A., *Elastyczne i dynamiczne łańcuchy dostaw*, „Gospodarka Materiałowa i Logistyka” 2008, nr 1.
124. Kawa A., *Konfigurowanie łańcucha dostaw*, „Gospodarka Materiałowa i Logistyka” 2008, nr 10.
125. Kawa A., *Komputeryzacja łańcucha dostaw*, Raport, „EuroLogistics” 2002, nr 4.

126. Kawa A., *Organizowanie łańcuchów dostaw z wykorzystaniem technologii agentowej na przykładzie branży komputerowej*, w: *Współczesne wyzwania transportu w logistyce*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2008.
127. Kawa A., *Simulation of Dynamic Supply Chain Configuration based on Software Agents and Graph Theory*, w: *IWANN 2009, Part II*, Lecture Notes in Computer Science, vol. 5518, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 2009.
128. Kawa A., Solecki B., Śliwka R., *Projekty usprawniające procesy logistyczne*, „Logistyka” 2009, nr 1.
129. Kawa A., Solecki B., Śliwka R., *Efektywność projektów usprawniających procesy logistyczne mierzona za pomocą wskaźnika głównego i wskaźnika pomocniczego*, w: *Zarządzanie projektami logistycznymi*, red. Witkowski J., Skowrońska A., Prace Naukowe, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław 2008.
130. Kawa A., Wieczerzycki W., *Informatyczne wspomaganie zarządzania łańcuchem dostaw*, w: *Instrumenty zarządzania łańcuchami dostaw*, red. Ciesielski M., Wydawnictwo PWE, Warszawa 2009.
131. Kawa A., Wieczerzycki W., *Informatyczne wspomaganie zarządzania łańcuchem dostaw*, w: *Instrumenty zarządzania logistycznego*, Ciesielski M., Wydawnictwo PWE, Warszawa 2006.
132. Kawa A., Wieczerzycki W., *Zintegrowane systemy informacyjne*, w: *Instrumenty zarządzania łańcuchami dostaw*, red. Ciesielski M., Wydawnictwo PWE, Warszawa 2009.
133. Kawa A., *Zastosowanie sieci semantycznej i systemu wieloagentowego w nawiązywaniu współpracy między uczestnikami łańcucha dostaw w środowisku zdecentralizowanym*, w: *Logistyka i zarządzanie produkcją – narzędzia, techniki, metody, modele, systemy*, red. Fertsch M., Grzybowska K., Stachowiak A., Instytut Inżynierii Zarządzania Politechniki Poznańskiej, Poznań 2008.
134. Kempny D., *Co-markership: Zarządzanie dostawami w biznesie przyszłości*, w: *Zarządzanie łańcuchami dostaw*, Materiały konferencyjne, Katowice 1998.
135. Kemppainen K., Vepsäläinen A.P.J., *Trends in industrial supply chains and networks and networks*, “International Journal of Physical Distribution & Logistics Management” 2003, vol. 33, no. 8.
136. Kisielnicki J., Sroka H., *Systemy informacyjne biznesu. Informatyka dla zarządzania*, Agencja Wydawnicza Placet, Warszawa 2005.
137. Kisperska-Moroń D., *Benchmarking jako narzędzie zarządzania logistycznego*, Katowice 2000.
138. Klein N., *No Logo*, Świat Literacki, Izabelin 2004.

139. Kolbusz E., Olejniczak W., Szyjewski Z., *Inżynieria systemów informatycznych w e-gospodarce*, Wydawnictwo PWE, Warszawa 2005.
140. Korczak J., Lipiński P., *Systemy agentowe we wspomaganii decyzji na rynku papierów wartościowych*, w: *Rozwój informatycznych systemów wieloagentowych w środowiskach społeczno – gospodarczych*, red. Ganzha M., Paprzycki M., Sroka H., Stanek S., Wydawnictwo Placet, Warszawa 2008.
141. Krawczyk S., *Logistyka w zarządzaniu marketingiem*, Wydawnictwo UE we Wrocławiu, Wrocław 2000.
142. Krol E., Hoffman E., *What is the Internet?*, RFC, USA 1993.
143. Kumar V., Fantazy K. A., Kumar U., Boyle T. A., *Implementation and management framework for supply chain flexibility*, "Journal of Enterprise Information Management" 2006, vol. 19, no. 3.
144. Labarthe, O., Tranvouez, et al., *A Heterogeneous Multi-agent Modelling for Distributed Simulation of Supply Chain*, w: *HoloMAS 2003*, LNAI, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 2003.
145. Lambert D. M., *The Eight Essential Supply Chain Management Processes – Supply Chain Management Review*, <http://www.scmr.com>.
146. Lambert D.M., Knemeyer A.M., *Partnerstwo w ramach łańcucha dostaw*, w: *Harvard Business Review. Zarządzanie łańcuchem dostaw*, Wydawnictwo Helion, Gliwice, 2007.
147. Lange D. B., Oshima M. , *Seven good reasons for mobile agents*, "Communications of the ACM" 1999, vol. 42, no. 3.
148. Laudon K. C., Laudon J. P., *Information systems and the Internet: A Problem Solving Approach*, The Dryden Press, Fort Worth 1998.
149. Lawrence P.R., Lorsch J.W., *Organization and Environment*, Irwin, Homewood 1967.
150. Lee H. L., *Sekret najbardziej efektywnych łańcuchów dostaw*, w: *Harvard Business Review. Zarządzanie łańcuchem dostaw*, Wydawnictwo Helion, Gliwice 2007.
151. Li H., Li Z., Kumar A., Lim Y. G., *Supply Chain Modelling – a co-ordination approach*, "Integrated Manufacturing Systems" 2002, vol. 13, no. 8.
152. Liker J. K., Choi T. Y., *Keiretsu – prawdziwe partnerstwo z kooperantami*, w: *Harvard Business Review. Zarządzanie łańcuchem dostaw*, Wydawnictwo Helion, Gliwice 2007.
153. Łupicka A., *Sieci logistyczne*, "Logistyka" 2007, nr 1.
154. Łupicka A., *Sieci logistyczne. Teorie, modele, badania*, Wydawnictwo UEP, Poznań 2006.
155. Łupicka A., *Teorie wyjaśniające powstawanie i funkcjonowanie sieci logistycznych*, „LogForum” 2005, vol. 1, no. 2, <http://www.logforum.net>.
156. Łupicka A., *Sieci dostaw*, w: *Logistyka w biznesie*, red. Ciesielski M., Wydawnictwo

- PWE, Warszawa 2006.
157. Maes P., *Agents that reduce work and information overload*, "Communications of the ACM" 1994, vol. 37, no. 7.
 158. Maes P., *Artificial Life Meets Entertainment: Life like Autonomous Agents*, "Communications of the ACM" 1995, vol. 38, no.11.
 159. Maes P., Guttman R. H., Moukas A. G., *Agents that buy and sell*, "Communications of the ACM" 1999, vol. 42, no. 3.
 160. Majewski J., *Informatyka dla logistyki*, Biblioteka logistyka, Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2006.
 161. Marcinkowski J., *Optymalizacja wielokryterialna*, w: *Badania operacyjne*, red. Sikora W., Wydawnictwo PWE, Warszawa 2008.
 162. Marszałek A., *Model kluczowych kompetencji jako instrument rozwoju firmy*, Zeszyty Naukowe nr 700, Wydawnictwo AE w Katowicach, Katowice 2006.
 163. Mentzer J. T., *Supply Chain Management*, Thousand Oaks, Sage Publication, CA 2001.
 164. *Merriam-Webster Dictionary and Online Thesaurus*, <http://www.m-w.com>
 165. *Mersenne Twister Home Page*, <http://www.math.sci.hiroshima-u.ac.jp/~m-mat/MT/emt.html>.
 166. Mielczarek B., *Aspekty losowości w modelach symulacyjnych*, w: *Symulacja systemów społeczno-gospodarczych*, red. Balcerak A., Kwaśnicki W., Prace Naukowe IOiZ Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2005.
 167. Miklas-Kalczyńska M., *Internet Semantyczny w zarządzaniu łańcuchem dostaw*, „GazetaIT” 2005, nr 30, <http://www.gazeta-it.pl>.
 168. Millman H., *A Brief History of EDI*, "InfoWorld " 1998.
 169. Mitek M., *Klasyfikacja i ocena dostawców na przykładzie Przedsiębiorstwa Wyrobów Cukierniczych Odra SA*, „Gospodarka Materiałowa i Logistyka” 2006, nr 10.
 170. Nahotko M., *Semantyczny Web i jego ontologie*, Biuletyn EBIB nr 9/2003, Warszawa 2003.
 171. Nakrani S., Tovey C., *On Honey Bees and Dynamic Allocation in an Internet Server Colony*, w: 2nd International Workshop on the Mathematics and Algorithms of Social Insects, Georgia Institute of Technology, Atlanta 2003.
 172. Niemczyk J., *Sieć jako obiekt badań w naukach zarządzania*, w: *Management Forum 2020*, red. Krzakiewicz K., Cyfert S., Wydawnictwo UEP, Poznań 2003.
 173. Norman A., Jansson U., *Ericsson's proactive supply chain risk management approach after a serious sub-supplier accident.*, "International Journal of Physical Distribution & Logistisc Management" 2004, vol. 34, no. 5.
 174. Nyere J., *The Design-Chain Operations Model*, <http://www.supply-chain.org>.

175. Oliveira E., *Applications of Intelligent Agent-based Systems*, w: 4o. *Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente*, São Paulo 1999.
176. Paprzycki M., *Agenci programowi jako metodologia tworzenia oprogramowania*, <http://www.e-informatyka.pl>.
177. Parunak. H. V. D., *Go to the Ant: Engineering Principles from Natural Agent Systems*, "Annals of Operations Research" 1997.
178. Peppard J., Rowland P., *Re-engineering*, Gebether & Ska, Warszawa 1997.
179. Pham D.T., Ghanbarzadeh A., Koc E., Otri S., Rahim S., Zaidi M., *The Bees Algorithm – A Novel Tool for Complex Optimisation*, w: *2nd International Virtual Conference on Intelligent Production Machines and Systems, IPROMS 2006*, Oxford 2006.
180. Piramuthu S., *Knowledge-based framework for automated dynamic supply chain configuration*, "European Journal of Operational Research" 2005, vol. 165.
181. Polak A., *Postępująca ewolucja rozwiązań SCM*, „Energia Gigawat” 2003, nr 11.
182. Polak A., *Praktyczne uwagi dotyczące wdrożeń SCM*, „Świat Energii” 2003, nr 11.
183. *Popularny słownik języka polskiego*, <http://portalwiedzy.onet.pl>
184. Porter M.E., *Porter o konkurencji*, Wydawnictwo PWE, Warszawa 2001.
185. Porter M.E., *Strategia konkurencji. Metody analizy sektorów i konkurentów*, Wydawnictwo PWE, Warszawa 2006.
186. Porter M.E., *The Competitive Advantage of Nations*, The Free Press, New York 1990.
187. Prałat-Kubiszewska E., *Kryteria wyboru dostawcy – przegląd wyników badań*, „Gospodarka Materiałowa i Logistyka” 2002, nr 6.
188. Quijano N., Passino K.M., *Honey Bee Social Foraging Algorithms for Resource Allocation: Theory and Application*, w: American Control Conference, ACC '07, New York 2007.
189. Railsback S. F., Lytinen S. L., Jackson S. K., *Agent-based simulation platforms: Review and development recommendations*, "Simulation" 2006, vol. 82, no. 9.
190. Reid R., Sanders D., Nada R., *Operations Management*, John Wiley & Sons, 2002.
191. Reveliotis S. A., *Corporate Strategy and its Connection to Supply Chain Management*, <http://www.isye.gatech.edu/>.
192. Ross D. F., *Introduction to E-supply Chain Management. Engaging Technology to Build Market-Winning Business Partnerships*, St. Lucie Press, Florida 2003.
193. Rusin M., *Ontologie, ich integracja oraz zastosowania*, w: *Rozwój informatycznych systemów wieloagentowych w środowiskach społeczno – gospodarczych*, red. Ganzha M., Paprzycki M., Sroka H., Stanek S., Wydawnictwo Placet, Warszawa 2008.
194. Russell S.J., Norvig P., *Artificial Intelligence: A Modern Approach*, Englewood Cliffs: Prentice Hall, New Jersey, 1995.

195. Rutkowski K., *Rola operatorów logistycznych w restrukturyzacji globalnych łańcuchów dostaw*, „Gospodarka Materialowa i Logistyka” 2005, nr 12.
196. Rutkowski K., *Zarządzanie łańcuchem dostaw – próba sprecyzowania terminu i określenia związków z logistyką*, „Gospodarka Materialowa i Logistyka” 2004, nr 12.
197. Rutkowski K., *Zintegrowany łańcuch dostaw. Doświadczenia globalne i polskie*, Wydawnictwo SGH, Warszawa 1998.
198. Rykowski J., *Monitorowanie stanu i lokalizacji produktów za pomocą agentów programowych*, „Gospodarka Materialowa i Logistyka” 2005, nr 4.
199. Rykowski J., *Personalized access to heterogeneous distributed information sources by means of software agents*, Wydawnictwo UEP, Poznań 2006.
200. Sawicki J., *Kooperacja -- strategia przyszłości*, „Marketing i Rynek 2005”, nr 3.
201. Schary P.B., Skjott-Larsen T., *Zarządzanie globalnym łańcuchem podaży*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2002.
202. Scheer A. W., *Wstęp do informatyki gospodarczej – podstawy efektywnego zarządzania informacją*, Wydawnictwo UW, Warszawa 1996.
203. Scheraga D., *The New EDI?*, “Chain Store Executive with Shopping Center Age” 1999.
204. Schiller B., *European Business Forum*, no. 26, Autumn 2006.
205. *SCOR 9.0 Overview Booklet*, <http://www.supply-council.org>.
206. Seuring S., Goldbach M., *Cost Management in Supply Chains*, Physica-Verlag, Heidelberg 2002.
207. Sikora W., *Badania operacyjne*, Wydawnictwo PWE, Warszawa 2008.
208. Sitek E., *Strategia rozwoju w ujęciu zasobowej teorii firmy*, „Ekonomista” 1997, nr 5-6.
209. Skuza A., Bela T., *Łańcuch jak nowy*, „CXO. Magazyn Kadry Zarządzającej” 2001, nr 11.
210. Sliwa C., *XML Poses No Big Threat to EDI*, “Computerworld” 1999, vol. 33, no. 17.
211. *Słownik języka polskiego*, <http://sjp.pwn.pl>.
212. *Słownik języka polskiego*, Wydawnictwo Wilga.
213. Sliwotzky A.J., D.J. Morrison, Andelman B., *Strefa zysku*, Wydawnictwo PWE, Warszawa 2000.
214. Smith D. C., Cypher A., Spohrer J., *KidSim: Programming Agents Without a Programming Language*, “Communications of the ACM” 1994, vol. 37, no. 7.
215. Sobczak P., *Elektroniczne aukcje zakupowe*, „Gospodarka Materialowa i Logistyka” 2009, nr 2.
216. Sobotka A., Jaśkowski P., *Metoda reengineeringu systemu logistycznego w przedsiębiorstwie budowlanym*, „Gospodarka Materialowa i Logistyka” 2003, nr 2.
217. Srari J.S., Gregory, M. *A Supply Network Configuration Perspective on International Supply Chain Development*, “International Journal of Operations and Production

- Management” 2008, vol. 26, no. 5.
218. Stadler H., Kilger C., *Supply Chain Management and Advanced Planning. Concepts, Models, Software and Case Studies*, Springer-Verlag, Heidelberg 2008.
 219. Stanek S., Mazur M., Sadecki B., *Zastosowanie kreatywnego agenta oprogramowania w module giełdowym IKGSWI wspomagającym inwestycje kapitałowe*, w: *Systemy Wspomagania Organizacji SWO'2004*, Wydawnictwo AE Katowice, Katowice 2004.
 220. Stanek S., Pańkowska M., Żytniewski M., *Agenci interfejsu i ich projektowanie*, w: *Rozwój informatycznych systemów wieloagentowych w środowiskach społeczno – gospodarczych*, red. Ganzha M., Paprzycki M., Sroka H., Stanek S., Wydawnictwo Placet, Warszawa 2008.
 221. Stankiewicz M., *Konkurencyjność przedsiębiorstwa. Budowanie konkurencyjności przedsiębiorstwa w warunkach globalizacji*, Towarzystwo Naukowe Organizacji i Kierowania, Toruń 2002.
 222. Stedman C., *Web Collaboration Tools Haven't Replaced EDI*, “Computerworld” 1999, vol. 33, no. 27.
 223. Stevens G.C., *Integration of the Supply Chain*, “International Journal of Physical Distribution & Logistics Management” 1989, vol. 19, no.8.
 224. Stock J.R., *Applying theories from Rother disciplines to logistics*, “International Journal of Physical Distribution & Logistics Management” 1997, vol. 27, no. 9-10.
 225. Stockdale R., Standing C., *A framework for the selection of electronic marketplaces: a content analysis approach*, “Internet Research: Electronic Networking Applications and Policy” 2002, vol. 12, no. 3.
 226. Świerczek A., *Elektroniczne łańcuchy dostaw*, „Gospodarka Materialowa i Logistyka” 2005, nr 4.
 227. Świerczek A., *Od łańcuchów dostaw do sieci dostaw*, “Logistyka” 2007, nr 1.
 228. Sysło M.M., Deo N., Kowalik J.S. *Algorytmy optymalizacji dyskretnej z programami w języku Pascal*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1999.
 229. Szudra P., *Innowacyjność w nowych nurtach teorii lokalizacji*, w: XI Konferencja naukowa młodych ekonomistów – KNME, Gdańsk 2005.
 230. Szymanowski W., *Modelowanie projektowania łańcuchów dostaw*, „Ekonomika i organizacja przedsiębiorstwa” 2006, nr 1.
 231. Szymanowski W., *Rules for modeling and redesigning supply chains*, „LogForum” 2006, vol. 2, no. 2.
 232. Tarn J. M., Yen D. C., Beaumont M., *Exploring the rationales for ERP and SCM integration*, “Industrial Management & Data Systems” 2002, vol. 102, no. 1.
 233. Thompson J.L., Richardson B., *Strategic and competitive success, towards a model of*

- the comprehensively competent organization, management decision*, "Management Deciiion" 1996, vol. 34, no. 2.
234. Tisue S., Wilensky U., *NetLogo: Design and Implementation of a Multi-Agent Modeling Environment*, Presented at SwarmFest, Ann Arbor, May 9–11, 2004, www.ccl.sesp.northwestern.edu/papers/netlogo-swarmfest2004.pdf.
 235. Tovey C., *The Honey Bee Algorithm: A Biological Inspired Approach to Internet Server Optimization*, Engineering Enterprise, the Alumni Magazine for ISyE at Georgia Institute of Technology, Spring 2004.
 236. Truong T.H., Azadivar F., *Simulation based optimization for supply chain configuration design*, w: *Proceedings of the 2003 Winter Simulation Conference*, red. S. Chick, Sánchez P. J., Ferrin D., Morrice D. J., <http://www.informs-cs.org/wsc03papers/158.pdf>, 2003.
 237. Urbańczyk T., *Sieci dostaw*, w: *Logistyka w biznesie*, red. Ciesielski M., Wydawnictwo PWE, Warszawa 2006.
 238. Vainio J., *Sieciowanie centrów logistycznych w rejonie Morza Bałtyckiego*, Materiały konferencyjne Polskiego Kongresu Logistycznego „Logistics”, Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2004.
 239. Verharen E., Dignum F., *Cooperative Information Agents and Communication*, w: *Proceedings of the 1st International World Symposium on Cooperative Information Agents*, red. M. Klusch, Springer-Verlag, Germany 1997.
 240. Wernerfelt B., *A Resource-based View of the Firm*, "Strategic Management Journal" 1984, no. 2.
 241. Wheeler S., *On the Suitability of NetLogo for the Modelling of Civilian Assistance and Guerrilla Warfare*, DSTO Systems Sciences Laboratory, Australia 2005.
 242. Wieczerzycki W., *Giełdy elektroniczne*, w: *Rynek usług logistycznych*, red. Ciesielski M., Wydawnictwo Difin, Warszawa 2005.
 243. Wieczerzycki W., *Konfigurowanie łańcuchów dostaw na bazie internetowych giełd wyzwaniem dla MŚP*, w: *Nowoczesne systemy informatyczne dla małych i średnich przedsiębiorstw*, red. Adamczewski P., Stefanowski J., Wydawnictwo Wyższej Szkoły Bankowej, Poznań 2006.
 244. Wieczerzycki W., *Obiektowe bazy danych do komputerowego wspomagania prac zespołowych*, Wydawnictwo UEP, Poznań 1999.
 245. Wieczerzycki W., *Polymorphic Agent Clusters – the Concept to Design Multi-Agent Environments Supporting Business Activities*, w: *2nd International Conference on Industrial Applications of Holonic and Multi-Agent Systems – HoloMAS '05*, Springer-Verlag, LNAI, Copenhagen, Denmark 2005.

246. Wieczerzycki W., *Technologie informacyjne w logistyce*, Wydawnictwo UEP, Poznań 2003.
247. Wieczerzycki W., Wieliński J., *A Model of Extended Track and Tracing Systems Based on Agent Technology and Mobile Services*, w: *Proceedings of the BIS'2004 Conference*, red. Abramowicz W., Wydawnictwo UEP, Poznań 2004.
248. Wieczerzycki W., Wieliński J., *Zastosowanie technologii agentowej w logistyce*, „Logistyka” 2003, nr 4.
249. Wilensky U., *NetLogo itself*, NetLogo. <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/>, Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling, Northwestern University, Evanston, IL 1999.
250. Williams L.R., Esper T.L., Ozment J., *The Electronic Supply Chain. Its Impact on the Current and Future Structure of Strategic Alliances, Partnerships and Logistics Leaderships*, “International Journal of Physical Distribution and Logistics Management” 2002, vol. 32, no. 8.
251. Williamson O., *Instytucje ekonomiczne kapitalizmu*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1998.
252. Witkowski J., *Logistyka w organizacjach sieciowych*, „Gospodarka Materiałowa i Logistyka” 2000, nr 7-8.
253. Witkowski J., *Zarządzanie łańcuchem dostaw: koncepcje, procedury, doświadczenia*, Wydawnictwo PWE, Warszawa 2003.
254. Wojciechowski T., *Marketing dóbr produkcyjnych – wybrane wyniki badań*, „Gospodarka Materiałowa i Logistyka” 1999, nr 11 i 12.
255. Womer K., *Modeling the supply chain configuration problem with resource constraints*, “International Journal of Project Management” 2008, vol. 26.
256. Wooldridge M., Jennings N., *Agent Theories, Architectures, and Languages: a Survey*, w: *Intelligent Agents*, red. Wooldridge M., Jennings N., Berlin 1995.
257. Zając M., Zając P., *Zarządzanie łańcuchem dostaw z wykorzystaniem modelu SCOR*, „Logistyka” 2004, nr 3.
258. Zambonelli F., Jennings N. R., Omicini A., Wooldridge M., *Agent-Oriented Software Engineering for Internet Applications*, w: *Coordination of Internet Agents: Models, Technologies and Applications*, Springer Verlag, London 2000.
259. Zieliński T., *Rachunek kosztów logistyki*, w: *Logistyka w biznesie*, red. Ciesielski M. Wydawnictwo PWE, Warszawa 2006.
260. Zorska A., *Ku globalizacji*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2000.
261. Zrimesek B., *Gartner Predicts 2002*, “ERP II, HR, Supply Chain & Manufacturing” 2001, no. 12.