

*Anna Sobotka\**

## ZARZĄDZANIE LOGISTYCZNE W PRZEDSIĘWZIĘCIACH BUDOWLANYCH

---

### 1. Wstęp

Realizacja przedsięwzięć budowlanych uzależniona jest od sprawnej obsługi logistycznej, odpowiedzialnej za dostarczenie niezbędnych zasobów, tj. materiałów, urządzeń, ludzi, pieniędzy i informacji. Całokształtem zjawisk związanych z przepływem zasobów i uruchamiającym go przepływem informacji zajmuje się **logistyka**. Do zadań logistycznych podczas realizacji produkcji budowlanej należą także wywóz ziemi z wykopów i odpadów, obsługa urządzeń transportu pionowego i poziomego na budowie, komunikacja wewnętrzna na budowie, koordynacja terminów i miejsc dostaw, bezpieczeństwo i ochrona zdrowia w procesach logistycznych.

W przedsiębiorstwach budowlanych i realizowanych przez nie przedsięwzięciach istnieją możliwości wprowadzenia nowoczesnych form organizacyjnych i koncepcji zarządzania logistycznego [6]. **Zarządzanie logistyczne** polega na podejmowaniu działań obejmujących planowanie, organizowanie, sterowanie oraz kontrolę procesów logistycznych w taki sposób, aby osiągnięty był cel przyjętej strategii w obszarze logistyki. Cel ten stanowić może minimalizacja kosztów obsługi logistycznej przedsięwzięcia budowlanego, poprawa jakości obsługi logistycznej (terminowość), maksymalizacja wartości dodanej itd.

Dla efektywnego zarządzania konieczna jest znajomość mechanizmów rządzących procesami logistycznymi i posiadanie dobrych narzędzi wspomagających. Taką wiedzę dostarczają badania procesów i systemów logistycznych, pozwalające na opracowanie strategii i metod ich realizacji, odpowiednich do zmieniających się trendów w gospodarce. Zarządzanie logistyczne polega na podejmowaniu decyzji odnoszących się do sterowania przepływami w przedsiębiorstwie lub przedsięwzięciu, które stanowią ogniwo w łańcuchu logistycznym [7].

---

\* Wydział Górnictwa i Geoinżynierii, Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków

W celu podejmowania optymalnych decyzji, np. odnośnie trybu i wielkości zamówień, potrzebna jest znajomość wpływu poszczególnych elementów systemu logistycznego oraz warunków realizacji procesów budowlanych i rynku zaopatrzeniowego na koszty związane z zaopatrzeniem (koszty zakupu, transportu, zamrożenia kapitału itd.) oraz na inne wskaźniki jakości (np. wrażliwości systemu logistycznego).

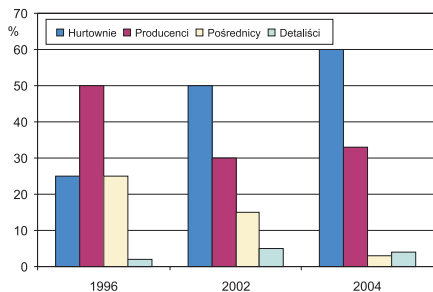
Niniejszy artykuł przedstawia wyniki badań procesów logistycznych w przedsiębiorstwach budowlanych, które wskazują na konieczność dostosowywania metod i koncepcji zarządzania logistycznego do zmian warunków realizacji produkcji budowlanej. Wyniki badań były podstawą wyboru do badań systemu obsługi logistycznej przedsięwzięcia, odpowiedniego do obecnych systemów realizacji przedsięwzięć i trendów w zarządzaniu. Przedstawiono także dwa modele systemów logistycznych o różnej strukturze przepływów logistycznych i różnych metodach sterowania oraz wpływ decyzji logistycznych na wskaźnik jakości sterowania (zarządzania) systemem w postaci kosztów logistycznych. W artykule zwrócono uwagę na konieczność kompleksowego planowania i zarządzania procesami logistycznymi w całym cyklu życia obiektu (przedsięwzięcia) budowlanego.

## **2. Charakterystyka procesów i systemów logistycznych w budownictwie**

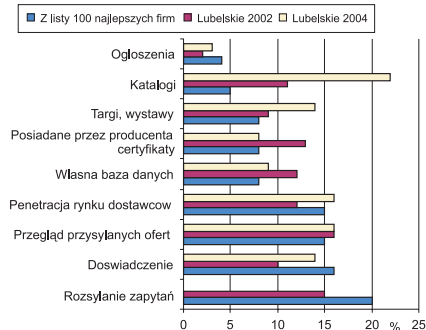
Procesy logistyczne i zmiany w zarządzaniu logistyką w przedsiębiorstwach i przedsięwzięciach budowlanych były, w latach 1996–2004, przedmiotem badań autorki. Badaniami ankietowymi objęto przedsiębiorstwa z regionu lubelskiego [5] oraz 14 przedsiębiorstw z listy 100 najlepiej prosperujących w kraju. Rysunek 1 przedstawia charakterystykę i zmiany miejsc dokonywania zakupów, sposobów poszukiwania i wyboru dostawców oraz zakresu odpowiedzialności za decyzje logistyczne, jakie są podejmowane podczas realizacji przedsięwzięć budowlanych. Ponadto badania wykazały, że ponad połowa badanych przedsiębiorstw zleca obsługę logistyczną na zewnątrz, przy czym hurtownie stanowią około 70% logistycznego outsourcingu, zaś specjalistyczne organizacje logistyczne rzadko są zatrudniane. Prawie połowa przedsiębiorstw posiada własne służby logistyczne, których zadania i ich zakres działań logistycznych przedstawia rysunek 1c. Zakres ten różni się w zależności od struktury organizacyjnej i wielkości przedsiębiorstwa oraz systemu realizacji przedsięwzięć.

Wykonanie zadań związanych z obsługą zaopatrzenia przejmują ogniwa zewnętrznego łańcucha logistycznego, np. przedsiębiorstwa transportowe, hurtownie i producenci. Wybór dostawców, a nawet wybór konkretnych materiałów i elementów budowlanych przejmują inni uczestnicy przedsięwzięcia budowlanego, tacy jak projektant, inwestor lub działający w jego imieniu zarządzający przedsięwzięciem. Tylko około 25% badanych w 2004 r. przedsiębiorstw utrzymuje stałe zapasy materiałów, niewiele materiałów kupuje się w ilości odpowiadającej całkowitemu planowanemu zużyciu na danej budowie. Określanie zużycia materiałów, wielkości dostaw oraz ich terminów zajmują się kierownicy budów, współpracujące hurtownie, zarządzający przedsięwzięciem lub specjalistyczne przedsiębiorstwa logistyczne. Tak więc w zaopatrzeniu w materiały bierze udział wielu uczestników. Ich wzajemne relacje podlegają ciągłym zmianom, a specjalizacja rośnie [2]. Wymaga to koordynacji tych działań.

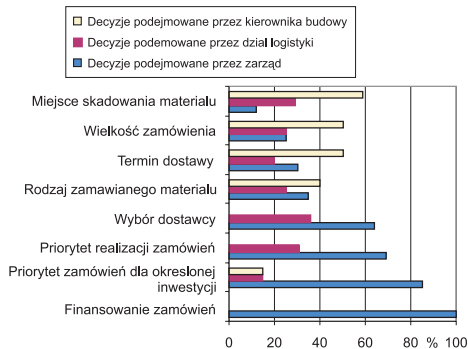
a)



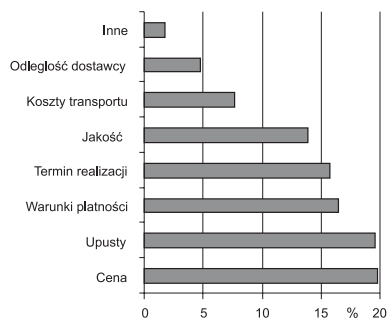
b)



c)



d)



**Rys. 1.** Wyniki badań: a) miejsce dokonywania zakupów; b) sposoby poszukiwania dostawców; c) zakres odpowiedzialności za decyzje logistyczne; d) kryteria wyboru dostawców

Relacje z dostawcami wskazują na preferowanie tych, którzy maksymalnie odraczają termin zapłaty oraz na zacieśnianie współpracy ze sprawdzonymi dostawcami, zawieranie długoterminowych umów, zwłaszcza na dostawę materiałów i narzędzi używanych na każdej budowie. Taka współpraca ułatwia negocjacje warunków handlowych, zobowiązuje przedsiębiorstwo do zakupu u danego dostawcy oraz dostawców do priorytetowej realizacji zamówień.

Większość dostaw realizowana jest w systemie *Just-in-Time*. Są jednak materiały zakupowane np. za granicą, nietypowe lub wyposażenie technologiczne decydujące o możliwości kontynuowania prac na budowie, dla których zamówienie wysyłane jest z dużym wyprzedzeniem i przygotowywane jest miejsce składowania na budowie. Badania wykazały, że 50% dostaw przybywa na budowy bezpośrednio przed wbudowaniem, 15% gromadzonych jest przed rozpoczęciem inwestycji, a 35% — na składach budowy lub przedsiębiorstwa. Zapotrzebowanie materiałowe określone jest na podstawie harmonogramów (43%), zamówień kierowników budowy (38%), pracowników zaopatrzenia (14%) i za pomocą prognozowania (5%). Poszczególne przedsiębiorstwa zwykle nie mają systemów informatycznych do pla-

nowania i kontrolowania zużycia materiałów, natomiast duże przedsiębiorstwa (szczególnie zagraniczne), podejmujące się samodzielnie realizować przedsięwzięcie np. jako główny wykonawca lub w systemie menedżerskim, wykorzystują systemy informatyczne do obsługi logistycznej.

W obsłudze logistycznej przedsięwzięć budowlanych, która realizowana jest przez wiele przedsiębiorstw, można wyróżnić następujące sposoby zaopatrzenia:

- poszczególnych wykonawców przez niezależne łańcuchy dostaw; planowanie dostaw, wybór dostawców itd. należy do obowiązków wykonawców i ich służb logistycznych;
- całego przedsięwzięcia, w sposób scentralizowany, przez służby logistyczne generalnego wykonawcy;
- przez organizacje logistyczne istniejące lub utworzone specjalnie dla przedsięwzięcia;
- mieszane modele wyżej wymienionych sposobów zaopatrzenia.

Wyniki przeprowadzonych badań logistyki wskazują na następujące tendencje: przedsiębiorstwa koncentrują się na obsłudze logistycznej poszczególnych przedsięwzięć, a nie w odniesieniu do całości produkcji (wszystkich realizowanych zleceń) oraz coraz częściej zlecają zaopatrzenie w materiały zewnętrznym organizacjom, np. hurtowniom. To zjawisko nie dotyczy materiałów strategicznych, decydujących o kosztach lub terminowości wykonania zlecenia, których zaopatrzeniem zajmują się pracownicy działu logistycznego firmy. Także przy realizacji dużych przedsięwzięć, zarówno w systemie generalnego wykonawstwa, jak i w menedżerskich, stosuje się integrację procesów logistycznych sfery zaopatrzenia i sfery produkcji na placu budowy oraz korzystanie ze specjalistycznych organizacji logistycznych.

### **3. Modele logistyczne i koszty zaopatrzenia przedsięwzięć budowlanych**

W zarządzaniu logistyką przedsięwzięcia budowlanego występują dwa podstawowe problemy:

- 1) jaki wybrać sposób obsługi logistycznej — centralny czy indywidualny,
- 2) jaki zastosować model systemu logistycznego i metodę sterowania?

Poniżej przedstawiono przykłady poparte obliczeniami.

#### **Przykład 1. Wybór sposobu obsługi logistycznej przedsięwzięcia**

W tym przykładzie określa się koszty dwóch sposobów zaopatrzenia w materiały pewnego przedsięwzięcia wykonywanego przez niezależnych wykonawców. Dla uproszczenia obliczeń analizuje się zaopatrzenie w jeden rodzaj materiału, stosowany przez trzech wykonawców, w długich okresach, w dużych ilościach. Koszty logistyczne oszacowano według [5 s. 103].

Analizie poddano dwa przypadki (modele):

- 1) zaopatrzenie indywidualne — trzech niezależni wykonawcy zaopatrują się w dany materiał równolegle używany do budowy, za pomocą własnych służb logistycznych;
- 2) zaopatrzenie centralne — wykonawcy zaopatrywani są w materiał przez wspólną jednostkę logistyczną zwaną dalej centrum logistycznym przedsięwzięcia.

Do obliczeń wykorzystano program komputerowy oparty na modelowaniu symulacyjnym opisany w [4]. Pozwala on uwzględnić losowy charakter zmiennych modelu (takich jak zużycie materiału, terminy dostaw). W obu przypadkach zamawiana jest optymalna partia dostawy i składowana na placu budowy. Wyniki obliczeń (tab. 1) wskazują, że wspólne zaopatrzenie pozwala zmniejszyć koszty logistyczne o 6% (uwzględniając bezpośrednie koszty materiału).

TABELA 1

**Wyniki symulacji kosztów zaopatrzenia [5]**

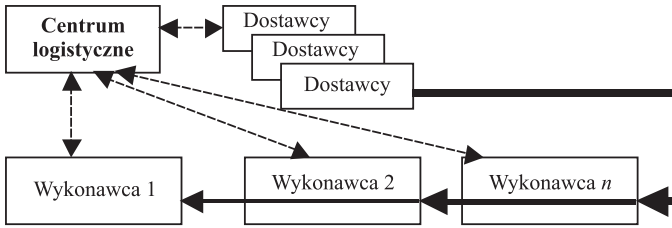
Rodzaj kosztów	Koszt w centrum log., zł	Koszt indywidualnego zaopatrzenia, zł				Zalety centrum, zł
		Wykonawca 1	Wykonawca 2	Wykonawca 3	Koszty łączne	
1	2	3	4	5	6	6 – 2
Wartość materiału	540 960	193 660	38 640	308 660	540 960	0
Koszty zakupu	3627	2469	1479	2951	6900	3273
Upust w cenie	- 51 745	- 5809	0	- 15433	- 21 242	30 502
Transport zewnętrzny	26 460	12 630	2520	20 130	35 280	8820
Transport wewnętrzny	1563	0	0	0	0	-1563
Zamrożenie kapitału w zapasach	13 177	2117	648	2843	5609	-7566
<b>Całkowity</b>	<b>534 042</b>	<b>205 067</b>	<b>43 287</b>	<b>319 153</b>	<b>567 507</b>	<b>33 465</b>

Występują tutaj różnice w poszczególnych grupach kosztów, ale koszty ogólne centralnego zaopatrzenia przedsięwzięcia są niższe niż indywidualnego, dzięki integracji i koordynacji procesów logistycznych w jednym ośrodku decyzyjnym.

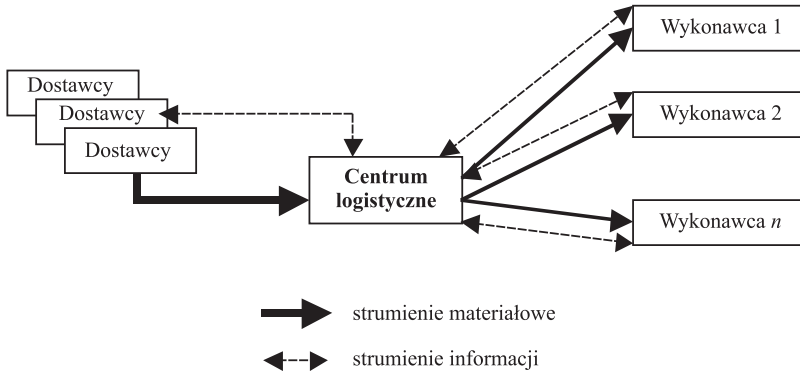
## **Przykład 2. Wybór modelu i metody sterowania systemem logistycznym**

Zaopatrzenia przedsiębiorstwa w materiały przez centrum logistyczne może być realizowane według różnych modeli i systemów sterowania przepływami strumieni materiałowych i informacyjnych. W modelach mogą być przyjmowane różne, co do rodzaju i wartości, zmienne sterujące (decyzyjne), a więc podejmowane różne decyzje logistyczne.

a)



b)



**Rys. 2.** Schematy struktury modeli logistycznych: a) DSSL\_3; b) DSSL\_6

Rysunek 2 przedstawia dwa modele obsługi logistycznej [4]. W modelu DSSL\_6 strumień materiałów, czyli dostawa, kierowany jest najpierw do składów centrum, a stamtąd na budowy do odbiorców, a w modelu DSSL\_3 — bezpośrednio na budowy dla poszczególnych wykonawców i w przypadku, gdy dostawa jest większa niż zapotrzebowanie — do składu centrum logistycznego. Różni się także w obu modelach przepływ informacji towarzyszących przepływowi materiałowemu (patrz [4], rozdz. 4).

Sterowanie przepływami logistycznymi w modelach odbywa się za pomocą zmiennych decyzyjnych:

- $t_w$  — okres planowania zużycia materiału przez wykonawcę, zamówienie wykonawcy równa się zapotrzebowaniu materiału w tym okresie;
- $t_z$  — okres zbierania zamówień przez centrum w celu opracowania wspólnego zamówienia;
- $b$  — liczba dni, na którą planuje się wielkość zapasu materiału dla wykonawców;
- $t_c$  — cykl zamawiania dostaw w centrum logistycznym;
- $d$  — wielkość dostawy do centrum;
- $s_m$  — poziom zapasu bezpiecznego w centrum.

Wartości zmiennych, dla których łączne koszty logistyczne dla poszczególnego modelu i metody sterowania są najmniejsze, obliczono korzystając z programu komputerowego opisanego w [4].

TABELA 2

**Zestawienie wyników badań**

Czynnik	DSSL_3		DSSL_6	
	Metoda sterowania			
	A	C	F	M
Wartości zmiennych sterujących (decyzje), dni	$t_c = 7,$ $t_w = 14,$ $b = 15$ dni	$t_c = 4,$ $t_w = 21$ dni	$t_w = 14,$ $b = 5,$ $d = 45$ tys. szt. $s_m = 39$ tys. szt.	$t_w = 14,$ $t_c = 7$ dni
Koszty logistyczne, zł/rok	509 398	514 251	507 333	523 088
Koszt transportu zewn., zł/rok	38 192	37 983	37 710	37 790
Koszt transportu wewn., zł/rok	970	3297	4479	19 360
Koszt procesów infor.-decyz., zł/rok	2867	3800	2458	1513
Koszt zapasów budów, zł/rok	7950	5235	5288	4713
Koszt utrzymania zapasów w magazynie centrum, zł/rok	309	115	3545	1740
Kary, zł/rok	560	6773	1333	4489
Średnia dostawa od dostawcy	39 000	29 000	45 000	73 261

Porównując wyniki z badań (tab. 2), zauważa się, że przy odpowiedniej kombinacji wartości zmiennych sterujących w badanych modelach i metodach sterowania całkowite koszty logistyczne są prawie na tym samym poziomie. Różnice występują w składowych kosztach.

O wyborze modelu i metody sterowania będą decydować menedżerowie odpowiedzialni za logistykę, na podstawie infrastruktury logistycznej (tj. możliwości i potrzeb utrzymania składów i ich wyposażenia, wykorzystania systemów informatycznych i innych środków komunikowania się, posiadanych środków transportowych itd.), oraz warunków rynkowych zaopatrzenia, lokalizacji i wielkości placu budowy, rodzaju materiału i jego zużycia itd.

#### 4. Zadania logistyczne przedsięwzięć budowlanych

Przykład 1 wskazuje na zmniejszenie kosztów logistycznych wskutek integracji procesów logistycznych przedsięwzięcia. Zachodzi tu efekt skali, a także synergii. Łączenie ob-

usługi logistycznej wykonawców biorących udział w realizacji przedsięwzięcia, podczas etapu wznoszenia obiektów budowlanych, to tylko część możliwości kompleksowego traktowania logistyki w całym przedsięwzięciu i uzyskania dzięki temu korzyści. Zadania logistyki są ważne w każdym etapie cyklu inwestycyjnego [3] (tab. 3).

TABELA 3

**Zadania logistyczne w cyklu inwestycyjnym**

Faza	Zadania logistyczne
Programowanie	Sprawdzenie koncepcji przedsięwzięcia w aspekcie logistyki. Określenie strategii logistycznej w koncepcji zarządzania przedsięwzięciem
Projektowanie	Analizy alternatywnych rozwiązań konstrukcyjno-materiałowych. Specyfikacje materiałowe. Opracowanie koncepcji logistycznych i studia ich wykonalności. Opracowanie wytycznych logistycznych do dokumentacji przetargowej systemów jakości obsługi logistycznej
Planowanie	Opracowanie harmonogramów budowy i zapotrzebowania na zasoby, koncepcji logistycznych na placu budowy, projekt zagospodarowania i likwidacji placu budowy. Wytyczne zakupu lub leasingu urządzeń budowlanych. Zbieranie i wybór ofert dostawców. Planowanie procesów logistycznych (modeli i metod sterowania). Ocena efektywności ekonomicznej obsługi logistycznej i wpływu na środowisko. Planowanie logistyki odpadów
Realizacja	Aktualizacja harmonogramów i planów dostaw dostosowywanie zamówień do aktualnego zapotrzebowania na zasoby. Planowanie i koordynacja transportu poziomego i pionowego na budowie. Wyładunek, (ewentualnie przeładunek) i składowanie materiałów. Rozdział i kompletowanie ładunków dla poszczególnych wykonawców. Wdrażanie systemów obsługi jakości logistycznej. Dokumentowanie efektów zastosowanych efektywnych innowacji obsługi logistycznej przedsięwzięcia. Wywóz odpadów i śmieci. Eksploatacja systemów informatycznych wspomagających zarządzanie logistyczne. Koordynacja procesów logistycznych wszystkich wykonawców
Oddanie do eksploatacji	Likwidacja placu budowy, zarządzanie przepływem informacji

Z analizy zadań logistycznych w całym cyklu inwestycyjno-budowlanym wynika, że na etapie projektowania i planowania występuje równie dużo zadań, jak podczas etapu realizacji.

## 5. Podsumowanie

Dobrze przemyślane i opracowane koncepcje logistyczne i metody zarządzania procesami logistycznymi pozwalają na sprawną realizację przedsięwzięcia i redukcję kosztów związanych z logistyką, a także całkowitych kosztów przedsięwzięcia. Na redukcję kosztów wpływa wybór odpowiednich modeli i metod sterowania przepływami zasobów od do-



stawcy do odbiorcy. Drugim niezbędnym elementem podniesienia efektywności przedsięwzięcia jest koordynacja procesów logistycznych wszystkich jego uczestników we wszystkich etapach cyklu inwestycyjnego. Tak duży zakres zadań logistycznych wymaga powierzenia ich do wykonania, zwłaszcza na większych budowach prowadzonych na terenach zabudowy miejskiej, odrębnej organizacji, będącej ważnym elementem w zbiorze uczestników przedsięwzięcia. Są przykłady (realizacja centrów handlowo-rozrywkowo-biurowych, np. „Złote Tarasy” w Warszawie, na placu Poczdamskim w Berlinie [1]) stosowania z powodzeniem integracji procesów logistycznych i outsourcingu obsługi logistycznej wyspecjalizowanym organizacjom. Takie podejście pozwala rozwiązać wiele problemów technicznych i organizacyjnych, chronić środowisko naturalne, skrócić cykl budowy i w efekcie obniżyć koszty ekonomiczne i społeczne budowy. Innym ważnym czynnikiem, który pozwala na zwiększenie efektywności zarządzania logistycznego, jest wykorzystywanie nowoczesnych technologii komunikowania IT (zintegrowanych systemów informatycznych, systemu EDI — elektronicznej wymiany danych, transferu funduszy, zdalnie sterowanego transportu itd.).

#### LITERATURA

- [1] *Baumgarten H., Penner H.*: Baumstellenlogistik Potsdamer Platz. Berlin, Technische Universität Berlin, Fachbereich Wirtschaft und Management 1997
- [2] *Buszko A.*: Zmiany w logistyce dostaw materiałów dla wykonawczych firm budowlanych w latach 1992–2002. *Gospodarka Materiałowa i Logistyka*, nr 4, 2003, 2–7
- [3] *Serra S.M.B., Oliveira O.J.*: Development of the logistics plan in building construction. *System-based Vision for Strategic and Creative Design*. Bontempi (ed.), Lisse, Swets & Zeitlinger, 2003
- [4] *Sobotka A.*: Wrażliwość decyzji logistycznych w przedsiębiorstwie budowlanym. Lublin, Wydawnictwa Uczelniane Politechniki Lubelskiej 2000
- [5] *Sobotka A., Czarnigowska A.*: Analysis of supply system models for planning construction project logistic. *Journal of Civil Engineering and Management*, vol. XI, No. 1, 2005, 73–82
- [6] *Stevens G.C.*: Integrating the supply chain. *International Journal of Physical Distribution and Materials Management*, vol. 19, No. 8, 1989, 3–8
- [7] *Voordijk H.*: The changing logistical system of the building materials supply chain. *International Journal of Operations & Production Management*, vol. 20, No. 7, 2000, 823–841