

**Sebastian Kot**

Politechnika Częstochowska

## **SYNTETYCZNY MODEL EFEKTYWNOŚCI ŁAŃCUCHA DOSTAW**

### **1. Wstęp**

Problem badania efektywności systemu logistycznego jest podejmowany w literaturze przedmiotu równoległe z innymi zagadnieniami. Ocena efektywności systemu logistycznego wymaga jednak odrębnych badań ze względu na rangę i konsekwencje tych zagadnień dla prawidłowego funkcjonowania przedsiębiorstwa. Za podstawową przesłankę badania efektywności systemu logistycznego można przyjąć dążenie do wzrostu efektywności działania przedsiębiorstwa, poprawy jego konkurencyjności i więzi kooperacyjnych<sup>1</sup>.

Pojęcie efektywności jest jednym z najbardziej znanych, często używanych w opracowaniach naukowych dotyczących zarządzania czy logistyki. Problematyka efektywności cechuje się z jednej strony znaczną uniwersalnością, przejawiającą się w szeregu możliwości jej implementacji, z drugiej zaś bywa różnie rozumiana i interpretowana. Wieloaspektowość oraz wielowymiarowość efektywności są przy tym podstawową przyczyną jej zastosowań do oceny – w skali zarówno mikro-, jak i makroekonomicznej – procesów realizowanych przez podmioty rynkowe.

D. Kisperska-Moroń wskazuje, iż efektywność jest relacją między zaangażowanymi zasobami a realizowanymi efektami, tj. celami firmy<sup>2</sup>. Może być mierzona miernikami wydajności, niekiedy połączonymi z miernikami wykorzystania<sup>3</sup>.

Efektywność łańcucha dostaw można badać za pomocą różnych metod: ilościowych, jakościowych i kosztowych. Poniżej przedstawiono przegląd metodologii

---

<sup>1</sup> M. Nowicka-Skowron, *Efektywność systemów logistycznych*, PWE, Warszawa 2000, s. 67.

<sup>2</sup> D. Kisperska-Moroń, *Podstawy pomiaru w benchmarkingu łańcuchów dostaw*, „Logistyka” 2001 nr 6, s. 38.

<sup>3</sup> D. Kisperska-Moroń, *Benchmarking jako narzędzie zarządzania logistycznego*, AE, Katowice 2000, s. 107.

analizy efektywności łańcucha dostaw oraz propozycje syntetycznego modelu analizy efektywności łańcucha dostaw, mając na uwadze jego procesowy charakter.

## 2. Kosztowa ocena efektywności

Do analizy efektywności systemu logistycznego jakim jest łańcuch dostaw, wykorzystuje się formuły różnorodne z punktu widzenia zakresu ujęcia, możliwości zastosowania celu badawczego. Szczególne znaczenie mają relacje określające związki między zyskiem a kosztami logistycznymi przedsiębiorstwa<sup>4</sup>. U podstaw tworzenia formuł leżą koncepcje systemowe, a tworzenie formuł może dotyczyć przyjęcia określonego, rozbudowanego mechanizmu założeń, warunków, koncepcji i weryfikacji metody oceny efektywności systemów logistycznych<sup>5</sup>. Opracowanie formuł wymaga przyjęcia ogólnych zasad wymiernego opisu systemu logistycznego. Zasady te można ująć w dwu najważniejszych punktach:

- poszczególnym elementom systemu logistycznego przypisuje się parametry ilościowe;
- przyjmuje się, iż między elementami systemu występują określone relacje.

Zysk ze sprzedaży danego produktu<sup>6</sup> (*direct product profitability* – DPP) jest metodą analizy kosztów logistycznych. Celem tej metody jest określenie łącznych kosztów wiążących się z przemieszczeniem produktu przez kolejne ogniwa dystrybucyjne. Metoda opiera się na założeniu, że w działaniach transakcyjnych klient powoduje powstawanie kosztów różnych od ceny, jaką płaci za produkt. W wielu przypadkach koszty związane z interakcją dostawca–odbiorca nie są określane, a ich wysokość może znacznie obniżać lub równoważyć zysk płynący ze sprzedaży produktu. Dostawcy winni brać pod uwagę, że koszt dostawy i zysk ze sprzedaży danego produktu zależą od kosztów, które pojawiają się w kolejnych ogniwach łańcucha dostaw. Istotą bezpośredniej rentowności produktu jest realny wkład danego produktu w zyski przedsiębiorstwa. Dlatego metoda ta różni się znacznie od ogólnikowej metody opartej na zysku brutto. Precyzja ustalania wkładu produktu w zysk przedsiębiorstwa opiera się na<sup>7</sup>:

- skorygowaniu marży brutto danego produktu, tak aby odzwierciedlała warunki umowy, potrącenia, rabaty itp.,
- określeniu i zbadaniu kosztów, które można przypisać danemu produktowi (bezpośrednie koszty produktu: robocizna, powierzchnia, zapasy czy transport).

W sposób analogiczny – do metody bezpośredniej rentowności produktu można przeprowadzać analizę kosztową poszczególnych klientów, różnych segmentów rynku

<sup>4</sup> Cz. Skowronek, *Koszty procesów logistycznych w przedsiębiorstwie*, WEKA WIZ, Warszawa 1999.

<sup>5</sup> M. Nowicka-Skowron, wyd. cyt., s. 80.

<sup>6</sup> Zob. M. Christopher, H. Peck, *Logistyka marketingowa*, PWE, Warszawa 2005, s. 70.

<sup>7</sup> M. Christopher, *Logistyka i zarządzanie łańcuchem podaży*, Wydawnictwo Profesjonalnej Szkoły Biznesu, Kraków 1998, s. 94-96.

lub kanałów dystrybucji. Analiza rentowności klienta ujawnia, którzy klienci przynoszą straty, a którzy ze względu na wysoką rentowność są szczególnie ważni dla przedsiębiorstwa.

### 3. Rachunek kosztów łańcucha dostaw

Rachunek kosztów łańcucha dostaw (*supply chain costing* – SCC) to podejście ujmujące pomiar kosztów wszystkich działań występujących w łańcuchu dostaw. Oszacowane koszty poszczególnych procesów mogą zostać wykorzystane do oceny efektywności łańcucha dostaw. Ma to szczególne znaczenie w odniesieniu do kompozycji i struktury pomiaru efektywności oraz alokacji korzyści wewnątrz łańcucha dostaw. Obniżanie kosztów wraz z możliwościami poprawy wartości dobra lub usługi postrzeganej przez konsumenta jest jedną z możliwości osiągnięcia sukcesu poprzez zarządzanie łańcuchem dostaw.

Rachunek kosztów łańcucha dostaw spełnia następujące zadania<sup>8</sup>:

- określa efektywność działania całego łańcucha dostaw;
- rozpoznaje możliwości wprowadzania usprawnień i reorganizacji;
- mierzy efektywność poszczególnych działań lub procesów;
- ocenia alternatywne konfiguracje łańcucha dostaw lub wybór uczestników łańcucha;
- ocenia efekty wdrażania nowych technologii;
- wskazuje rentowne produkty oraz stwarza racjonalne potrzeby dotyczące zarządzania kategoriami w łańcuchu dostaw.

W rachunku kosztów łańcucha dostaw podmiotem pomiaru kosztów i efektywności jest cały łańcuch dostaw, a nie wyłącznie jeden z jego elementów, czyli przedsiębiorstwo. Celem głównym funkcjonowania rachunku kosztów łańcucha dostaw jest obniżenie kosztu działania całego łańcucha dostaw oraz eliminacja zagrożeń wynikających z suboptymalizacji kosztów poszczególnych przedsięwzięć, co występuje, jeśli pomimo wysiłków w elementach składowych systemu logistycznego nie osiąga się optymalnego rezultatu w skali całego systemu<sup>9</sup>. Podmiotem analizy są koszty transakcyjne, koszty przepływu informacji i dóbr, utrzymywania zapasów oraz zależności *trade off* między kosztami.

Rachunek kosztów łańcucha dostaw jest koncepcją szerszą niż stosowane w metodach określania zysku ze sprzedaży danego produktu (DPP) czy rachunku kosztów działań (ABC), gdyż metody te koncentrują się na zarządzaniu kosztami wewnątrz elementów łańcucha dostaw, pomijając istotę integracji.

---

<sup>8</sup> T. Zieliński, *Koncepcje i narzędzia wspierające zarządzanie kosztami i efektywnością procesów w łańcuchu dostaw*, [w:] *Elastyczne łańcuchy dostaw – koncepcje, doświadczenia, wyzwania*, ILiM, Poznań 2002.

<sup>9</sup> S. Abt, *Logistyka w teorii i praktyce*, AE, Poznań 2001, s. 219.

## 4. Model SCOR

Przykładowym rozwiązaniem problematyki wyboru odpowiednich wskaźników efektywności łańcucha dostaw jest model referencyjny *supply chain operations reference model* (SCOR) łańcucha dostaw, opracowany przez Supply Chain Council<sup>10</sup>, a służący do analizy, opisu i projektowania łańcuchów dostaw<sup>11</sup>. Dostarcza on wskazówek dotyczących typów jednostek metrycznych, które mogą być użyte do osiągnięcia zbilansowanego podejścia do zagadnienia oceniania funkcjonowania danego całkowitego łańcucha dostaw. Metoda modelu SCOR jest związana z podejściem do efektywności łańcucha dostaw na płaszczyźnie analizy działalności (*performance measurement*). Poleca zbiór wskaźników finansowych i niefinansowych określających w całości sukcesu gospodarczy<sup>12</sup>. Zbiór wskaźników modelu SCOR oceniających funkcjonowanie łańcucha dostaw obejmuje kombinację<sup>13</sup>:

- wskaźnika czasu cyklu (np. czas cyklu produkcji i cykl obiegu gotówki),
- wskaźnika kosztów (np. koszt dostawy i odbioru ze składu),
- wskaźnika jakości usług (np. dostawa na czas i wyroby wadliwe),
- wskaźnika aktywów (np. zapasy).

Wskaźniki szczegółowe pozwalają analizować proces dostawy oraz oceniać źródła dostaw, następnie analizują proces wytwarzania, by zakończyć na analizie realizacji dostawy do klienta. Wymienione wskaźniki procesowe są uzupełniane wskaźnikami planowania w całym łańcuchu dostaw – analizującym dokładność prognoz popytu i dostaw, wykonanie planu, obrót zapasami, czas cyklu planowania.

Model SCOR skupia się na badaniu i ocenie efektywności na poziomie stanowisk kierowniczych w przedsiębiorstwie. Metoda ta bezpośrednio odpowiada potrzebom kierowania łańcuchem dostaw poprzez użycie zbilansowanego zestawu wskaźników oceny. Mimo swych zalet model SCOR, jak każde uproszczone odwzorowanie rzeczywistości, nie może być sposobem na pełną i pogłębioną ocenę wszystkich procesów i czynności, które występują w łańcuchu dostaw<sup>14</sup>.

## 5. Syntetyczny model efektywności łańcucha dostaw

Proponowany przez autora model efektywności łańcucha dostaw opiera się na badaniu kosztów łańcucha dostaw przedsiębiorstw w relacji do wielkości przychodów z punktu widzenia procesów logistycznych.

<sup>10</sup> Zob. Supply-Chain Council, [www.supply-chain.org](http://www.supply-chain.org).

<sup>11</sup> K.H. Dullinger, *Doświadczenia w budowie międzynarodowych łańcuchów logistycznych*, [w:] *Elastyczne łańcuchy dostaw – koncepcje, doświadczenia, wyzwania*, ILiM, Poznań 2002, s. 152.

<sup>12</sup> A. Lännqvist, *Measurement of Intangible Assets – an Analysis of Key Concepts*, [w:] M. Hannula, A.M. Jävrin, M. Seppä (red.), *Frontiers of e-Business Research 2002*, Tampere University of Technology and University of Tampere, Tampere 2003, s. 281.

<sup>13</sup> Supply Chain Council, SCOR, Part 1: *An Introduction to the Supply Chain Operations Reference Model*, eBizQ, [www.ebizq.net](http://www.ebizq.net), 2002/03/18.

<sup>14</sup> J. Witkowski, *Zarządzanie łańcuchem dostaw*, PWE, Warszawa 2003, s. 108-109.

Prezentowany poniżej model jest algebraicznym modelem sformułowanym według procesów logistycznych zachodzących w trzech podstawowych elementach łańcucha: w zaopatrzeniu, wytwarzaniu produktów i w dystrybucji. Trzeba przyznać, iż w wielu łańcuchach dostaw należałoby wyodrębnić więcej niż trzy podstawowe ogniwa, trudno bowiem byłoby twierdzić, że wszyscy producenci handlują bezpośrednio z konsumentami bez udziału jakiegoś rodzaju pośredników. Takimi pośrednikami mogą być hurtownicy i/albo sprzedawcy detaliczni; mogą oni również świadczyć istotne usługi i funkcje zwiększające wartość dodaną produktu.

Jednakże zgodnie z założeniami modelowania dążącymi do stosowania uproszczeń powyższe założenia pomogą w osiągnięciu uniwersalnych wniosków. Dlatego w omawianym przypadku model traktuje odbiorcę pierwszego rzędu niezależnie od jego charakterystyki jako odbiorcę finalnego.

Poniżej przedstawiono i omówiono szczegóły odnoszące się do modelu, wyjaśniona została również struktura modelu oraz zdefiniowano ograniczenia.

Przeprowadzone badania są prezentowane z perspektywy przedsiębiorstwa produkcyjnego, ale zawierają wielkości kosztów procesów zachodzących w obszarach interakcji przedsiębiorstwa z dostawcami i odbiorcami pierwszego rzędu, a w niektórych przypadkach z odbiorcami będącymi ostatnim ogniwem pośredniczącym w kontaktach z konsumentem.

Proponowany model jest modelem algebraicznym; wszystkie indeksy, parametry i zmienne zdefiniowano poniżej. W modelu zastosowano kilka umownych założeń dotyczących stosowanego zapisu, aby łatwiej odróżnić parametry od zmiennych. Wszystkie oznaczenia parametrów mają nad sobą kreskę lub – w niektórych wypadkach – są oznaczone greckimi symbolami. Zmienne oznaczające wielkość produkcji zaczynają się literą  $Q$ , podczas gdy zmienne przepływu zaczynają się literą  $X$ ; zmienne i parametry są opisywane przez indeksy dolne. Aby zwiększyć uniwersalność prezentowanego modelu, przyjęto, że indeks dolny  $k$  odnosi się do danego zakładu produkcyjnego, przez co proponowany model można również stosować w odniesieniu do przedsiębiorstw wielozakładowych, coraz częściej powstających w wyniku połączeń – gdzie możliwe jest korzystanie z efektu skali.

$i, j, k$  – 1, 2 ... ( $i, k, j$ ), konkretnie: niech  $i$  odnosi się do obszaru zaopatrzenia, dostawcy lub grupy dostawców generujących zbliżone wielkości kosztów procesów w łańcuchu dostaw,  $k$  do lokalizacji zakładu produkcyjnego, a  $j$  – do obszaru zbytu lub konsumpcji, danego odbiorcy lub grupy odbiorców charakteryzujących się podobnymi kosztami w obszarze dystrybucji;

$m$  – 1, 2, ...,  $M$  – klasyfikacja surowca, materiału, półproduktu stosowanego w procesie produkcji (w dalszych rozważaniach w skrócie zbiorczo zwanego materiałem);

$n$  – 1, 2, ...,  $N$  – klasyfikacja produktu końcowego;

$\overline{AC}_{m,i,k}$  – jednostkowy koszt dostawy  $m$ -tego materiału z  $i$ -tego obszaru zaopatrzenia lub od danego dostawcy do  $k$ -tej lokalizacji zakładu;

- $\overline{DC}_{k,j,n}$  – jednostkowy koszt dystrybucji  $n$ -tego produktu końcowego pochodzącego z  $k$ -tego zakładu dystrybuowanego przez  $j$ -tego odbiorcę lub odbiorców w danym obszarze zbytu.
- $\overline{PC}_{k,n}$  – jednostkowy koszt wytworzenia  $n$ -tego pojedynczego produktu końcowego w  $k$ -tym zakładzie;
- $\overline{PI}_{k,j,n}$  – jednostkowy przychód ze sprzedaży  $n$ -tego pojedynczego produktu końcowego – pochodzącego z  $k$ -tego zakładu – do  $j$ -tego obszaru zbytu lub konsumpcji bądź dla danego odbiorcy;
- $\overline{QPM}_{m,i}$  – możliwości dostawy  $m$ -tego materiału dostępnego w  $i$ -tym punkcie zaopatrzenia;
- $\overline{QFP}_{j,n}$  – ilość  $n$ -tego produktu wymagana w  $j$ -tym obszarze zbytu lub konsumpcji bądź przez danego odbiorcę;
- $\overline{CAP}_{k,n}$  – możliwości produkcyjne  $n$ -tego produktu w  $k$ -tym zakładzie;
- $\overline{XRM}_{m,i,k,n}$  – wielkość dostaw  $m$ -tego materiału z  $i$ -tego punktu zaopatrzenia do  $k$ -tego zakładu wytwarzającego  $n$ -te produkty końcowe;
- $\overline{XFP}_{k,j,n}$  – wielkość dostaw  $n$ -tego produktu końcowego z  $k$ -tego zakładu do  $j$ -tego punktu konsumpcji;
- $\overline{XPROD}_{k,n}$  – ilość  $n$ -tego produktu wytworzonego w  $k$ -tym zakładzie;
- $E$  – wartość funkcji efektywności łańcucha dostaw;

$$E = \frac{\sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^J \sum_{n=1}^N \overline{PI}_{k,j,n} \times \overline{XFP}_{k,j,n}}{\sum_{m=1}^M \sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^K \sum_{n=1}^N \overline{AC}_{m,i,k} \times \overline{XRM}_{m,i,k,n} + \sum_{k=1}^K \sum_{n=1}^N \overline{PC}_{k,n} \times \overline{XPROD}_{k,n} + \sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^J \sum_{n=1}^N \overline{DC}_{k,j,n} \times \overline{XFP}_{k,j,n}} \rightarrow \max.$$

Powyższa funkcja efektywności łańcucha dostaw winna zdążać do maksimum poprzez maksymalizację wielkości przychodów i minimalizację kosztów całkowitych łańcucha dostaw w obszarach zaopatrzenia, produkcji i dystrybucji, przy założeniu następujących warunków granicznych:

$$\overline{QPM}_{m,i} \geq \sum_{k=1}^K \sum_{n=1}^N \overline{XRM}_{m,i,k,n}.$$

To znaczy wielkość podaży  $m$ -tego materiału dostępnego w  $i$ -tym punkcie zaopatrzenia winna być większa lub równa wielkości dostaw  $m$ -tego materiału z  $i$ -tego punktu zaopatrzenia do  $k$ -tego zakładu produkującego  $n$ -te produkty końcowe.

$$\sum_{k=1}^K \overline{XFP}_{k,j,n} \geq \overline{QFP}_{j,n}.$$

Warunek, iż wielkość dostaw  $n$ -tego produktu końcowego z  $k$ -tego zakładu do  $j$ -tego punktu konsumpcji winna być większa lub równa ilości  $n$ -tego produktu końcowego wymaganego w  $j$ -tym obszarze konsumpcji, można wyjaśnić jako zaspokojenie ilościowe i jakościowe konsumenta.

## 6. Podsumowanie

Proponowany syntetyczny model efektywności pozwala na całościową analizę efektywności łańcucha dostaw z zastrzeżeniem stosowanych uproszczeń. Pozwala na określenie siły wpływu poszczególnych składników, a przez to na określenie obszarów, w których ewentualne działania reorganizacyjne umożliwią największy wzrost efektywności łańcucha dostaw.

Należy zaznaczyć, że zastosowanie wszystkich prezentowanych metod analizy efektywności łańcucha dostaw wymaga prowadzenia ewidencji kosztów odmiennej od stosowanej obecnie. Niestety w większości przedsiębiorstw ewidencja wskazująca na wielkości kosztów procesów nie jest prowadzona. Dlatego zastosowanie powyższych metod wymaga uprzedniej zmiany podejścia do sposobu prowadzenia ewidencji kosztów.

## Literatura

- [1] Abt S., *Logistyka w teorii i praktyce*, AE, Poznań 2001.
- [2] Christopher M., Peck H., *Logistyka marketingowa*, PWE, Warszawa 2005.
- [3] Christopher M., *Logistyka i zarządzanie łańcuchem podaży*, Wydawnictwo Profesjonalnej Szkoły Biznesu, Kraków 1998.
- [4] Dullinger K.H., *Doświadczenia w budowie międzynarodowych łańcuchów logistycznych*, [w:] *Elastyczne łańcuchy dostaw – koncepcje, doświadczenia, wyzwania*, ILiM, Poznań 2002.
- [5] Kisperska-Moroń D., *Benchmarking jako narzędzie zarządzania logistycznego*, AE, Katowice 2000.
- [6] Kisperska-Moroń D., *Podstawy pomiaru w benchmarkingu łańcuchów dostaw*, „Logistyka” 2001 nr 6.
- [7] Lännqvist A., *Measurement of Intangible Assets – an Analysis of Key Concepts*, [w:] M. Hannula, A.M. Jävriln, M. Seppä (red.), *Frontiers of e-Business Research 2002*, Tampere University of Technology and University of Tampere, Tampere 2003.
- [8] Nowicka-Skowron M., *Efektywność systemów logistycznych*, PWE, Warszawa 2000.
- [9] Skowronek Cz., *Koszty procesów logistycznych w przedsiębiorstwie*, WEKA WIZ, Warszawa 1999.
- [10] Witkowski J., *Zarządzanie łańcuchem dostaw*, PWE, Warszawa 2003.
- [11] [www.ebizq.net](http://www.ebizq.net).
- [12] [www.supply-chain.org](http://www.supply-chain.org).
- [13] Zieliński T., *Koncepcje i narzędzia wspierające zarządzanie kosztami i efektywnością procesów w łańcuchu dostaw*, [w:] *Elastyczne łańcuchy dostaw – koncepcje, doświadczenia, wyzwania*, ILiM, Poznań 2002.

## THE COMPREHENSIVE MODEL OF THE SUPPLY CHAIN EFFECTIVENESS

### Summary

In the paper author presents an overview of literature on supply chain effectiveness analysis. There are chosen effectiveness methods and discussion of their usage. Finally the comprehensive model of the supply chain effectiveness analysis is proposed.