

Ryszard Królik
Paweł Nowodziński
Politechnika Częstochowska¹

Analiza systemowa łańcucha logistycznego na przykładzie przedsiębiorstwa hutniczego

Teoretyczne podstawy funkcjonowania łańcuchów logistycznych

Logistyka przenika wszystkie sfery działalności gospodarczej i jest niezbędnym uczestnikiem przepływów wewnątrz przedsiębiorstwa oraz między przedsiębiorstwami, niezależnie od odległości. Według J. Grajnera, St. Kwaśniowskiego i T. Nowakowskiego [1] zadaniem logistyki jest badanie przepływu dóbr rzeczowych w otoczeniu rynkowym, które stanowi podstawę budowania sprzężeń zwrotnych, umożliwiających odpowiednią, pod kątem efektywności ekonomicznej, sprawność ich przepływu. Stwierdzają oni również, że pierwotnym pojęciem w stosunku do logistyki i łańcucha logistycznego jest kanał dystrybucji, który jest wzajemnie powiązaną sekwencją działań, na początku których występuje źródło, w którym pojawia się towar (surowiec), a na końcu ujście, gdzie przesyłany towar zostaje wchłonięty przez odbiorcę.

Łańcuchy logistyczne funkcjonujące w obrębie systemu logistycznego przedsiębiorstwa łączą sferę procesu produkcyjnego ze sferami zaopatrzenia i dystrybucji w przedsiębiorstwie oraz łączą przedsiębiorstwo z innymi podmiotami za pośrednictwem sfery zaopatrzenia i dystrybucji. W skali makrologistycznej łańcuchy logistyczne łączą przedsiębiorstwa kooperujące ze sobą, tworząc ogniwa podwykonawców dostarczających komponenty dla przedsiębiorstwa posiadającego np. proces produkcyjny typu obróbczo-monta-

żowego.

W przedmiotowym ujęciu elementami łańcucha logistycznego są dobra rzeczowe zakupywane na rynku zaopatrzeniowym, zgodnie z zapotrzebowaniem i kierowane do produkcji oraz przetwarzane na wyroby gotowe, przekazywane do sprzedaży. Przytoczona wyżej definicja łańcucha logistycznego utożsamiana jest przez M. Sołtysika [2] z terminem kanał logistyczny.

W systemie metalogistycznym procesy dystrybucji między przedsiębiorstwami D. Kisperska-Moroń i M. Sołtysik [3] zdefiniowali jako kanały logistyczne pisząc, że są to „łańcuchy przepływów surowców i produktów przez podsystemy (zaopatrzenia fizycznego, systemu logistycznego przedsiębiorstwa produkcyjnego i fizycznej dystrybucji) z udziałem określonych przedsiębiorstw i instytucji.”

E. Gołemska [4] formułuje inną definicję, w której łańcuch logistyczny stanowi technologiczne połączenie punktów magazynowych i manipulacyjnych z drogami przewozu towarów, co zostało nazwane łańcuchem magazynowo – transportowym. Definicja ta została wzbogacona o finansowe, skoordynowane operacje procesów zamówień i polityki zapasów wszystkich ogniw łańcucha, poszerzając spojrzenie czysto logistyczne.

Najpełniej termin łańcuch logistyczny przeanalizował J. Witkowski [5] rozróżniając terminy łańcuch logistyczny oraz łańcuch dostaw. Podkreślił przepływy finansowe i aspekt handlowy łańcucha dostaw, w których między współpracują-

cymi w różnych obszarach funkcjonalnych przedsiębiorstwami wydobywczymi, produkcyjnymi, handlowymi, usługowymi i ich klientami, przepływają strumienie produktów, informacji i środków finansowych.

Tak rozumiany łańcuch dostaw jest pojęciem szerszym niż łańcuch logistyczny. Według autorów w wielu interpretacjach łańcuchy dostaw rozumiane są przez pryzmat logistyki, trzeba mieć jednak przy tym świadomość, że współpracujące ze sobą przedsiębiorstwa realizują funkcje wykraczające poza funkcje logistyczne. Używając jednak pojęcia łańcuchy logistyczne podkreślają kluczowe znaczenia funkcji logistycznych związanych z obsługą klientów, przewozem, magazynowaniem, pracami ładunkowymi, pakowaniem, obsługą celną oraz organizacją i bezpieczeństwem transportu. Podana wyżej definicja w sposób wyczerpujący charakteryzuje istotę łańcuchów dostaw.

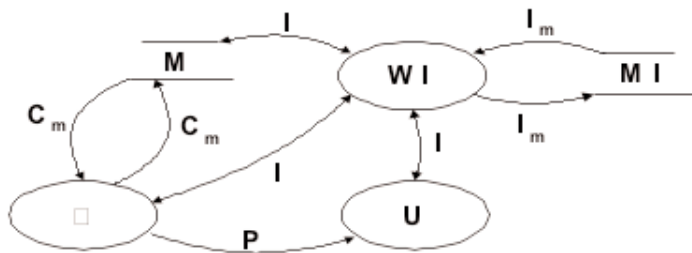
Częściami składowymi elementarnego kanału dystrybucji są dwa węzły (punkty) określające źródło i ujście oraz łuk grafu określający drogę.

Aby przedstawić dynamiczny charakter kanału dystrybucji można go opisać przy pomocy równania $W = C = P$ [1], w którym W oznacza wydajność źródła dystrybucji mierzona w jednostkach wagowych lub w sztukach na jednostkę czasu, C oznacza chłonność ujścia kanału dystrybucji mierzona w tych samych jednostkach, natomiast P jest parametrem drogi określającym jej przepustowość w tych samych jednostkach.

¹ Dr inż. Ryszard Królik, Dr inż. Paweł Nowodziński, Katedra Zarządzania Przedsiębiorstwem, Wydział Zarządzania, Politechnika Częstochowska

W warunkach rzeczywistych parametry kanału wykazują dynamiczne zmiany $C \leq W \leq P$ [6].

W takim przypadku dochodzi



Rysunek. 1. Elementarne ogniwo łańcucha logistycznego.

WI – węzeł informacyjny, MI – magazyn informacji (baza danych), I – przepływ informacji.

Źródło:[1]

do zakłóceń w przepływie surowców w kanale dystrybucyjnym. Zakładając, że ujście otrzymuje za pośrednictwem transportu tylko taką wielkość dostawy, jaką potrzebuje, przypadek $P \geq C$ nie powoduje zakłóceń. Natomiast wahania wydajności źródła powodują konieczność magazynowania nadmiaru produkcji jednostek ładunku w jednostce czasu.

Jeżeli

$$W > C, \text{ to } W = C + C_m, \quad (4)$$

$C = W - C_m$ [7]. Rozwiązaniem staje się wtedy magazyn buforowy M , który kompensuje zakłócenia w przepływie dystrybucji. Wprowadzenie magazynu pozwala na chwilowe zwiększenie wydajności źródła ponad możliwości wchłaniania przez ujście. Następnym parametrem, który musi się pojawić, to pojemność magazynu M ,

$B \geq C_m \times \Delta t$ [6]. B , to jest pojemność magazynu M w jednostkach wagowych lub sztukach umieszczonych w magazynie w jednostce czasu. Parametr Δt , to czas wystąpienia zakłócenia.

Gwarancją prawidłowego przepływu w elementarnym kanale dystrybucji jest wprowadzenie procesu przepływu informacji, monitorujących i sterujących tymi przepływami. Tak wzbogacony kanał dystrybucyjny tworzy elementarne ogniwo

łańcucha logistycznego (rysunek 1).

Powstałe ogniwo łańcucha logistycznego staje się częścią łań-

cucha logistycznego w momencie, kiedy w przepływie (dystrybucji) dóbr bierze udział kilku uczestników, którzy są jednocześnie odbiorcami surowców i producentami wyrobów dla innych uczestników łańcucha (ujście staje się źródłem).

Wewnętrzny łańcuch logistyczny - analiza systemowa

Znaczną część kosztów działalności przedsiębiorstwa przemysłowego, zwłaszcza hutniczego, stanowią koszty logistyczne. W takim razie w kierowaniu takim przedsiębiorstwem istotną rolę odgrywa system zarządzania logistycznego.

Narzędziem pomocnym w rozwiązaniu problemów związanych ze sterowaniem procesami transportowymi może być analiza systemowa i modelowanie systemu logistycznego przedsiębiorstwa.

Zadaniem ogólnej teorii systemów jest definiowanie podstawowych zasad mogących mieć zastosowanie w systemach w ogóle. Teoria systemów jako dziedzina logiczno – matematyczna pozwala na uwzględnienie dynamicznego charakteru przedsiębiorstwa oraz wzajemnych po-

wiązań wewnątrz przedsiębiorstwa. Stwarza również ramy do planowania działań i przewidywania ich bezpośrednich oraz dalekosiężnych skutków oraz zrozumienia nieprzewidzianych konsekwencji w miarę ich pojawiania się [2,8].

Istotą teorii systemów jest analizowanie zjawisk dotyczących całości obiektu wyodrębnionego z otoczenia oraz jego części składowych pod względem najistotniejszych cech. Jej zadaniem jest opracowanie modeli matematycznych, algorytmów przebiegu procesów, opierając się przy tym na stałych przyczynowo-skutkowych połączeniach [9].

Procesem poznawania systemu zajmuje się analiza systemowa zdefiniowana jako metoda badawcza polegająca na:

- ujmowaniu opisywanych obiektów jako części składowych określonego systemu,
- uznaniu, że system dzięki wielokierunkowym sprzężeniom łączącym jego części składowe, ma zdolność do samosterowania własnym działaniem i oddziaływaniem na swoje otoczenie,
- przyjęciu tezy, że badanie systemu jest niemożliwe bez uwzględnienia ogółu warunków, w jakich działa, i w ramach których istnieje,
- założeniu, że cechy charakterystyczne całego systemu wynikają z cech jego elementów, czy przeciwnie istnieje daleko posunięta zależność cech elementów od ogólnej charakterystyki całego systemu[10].

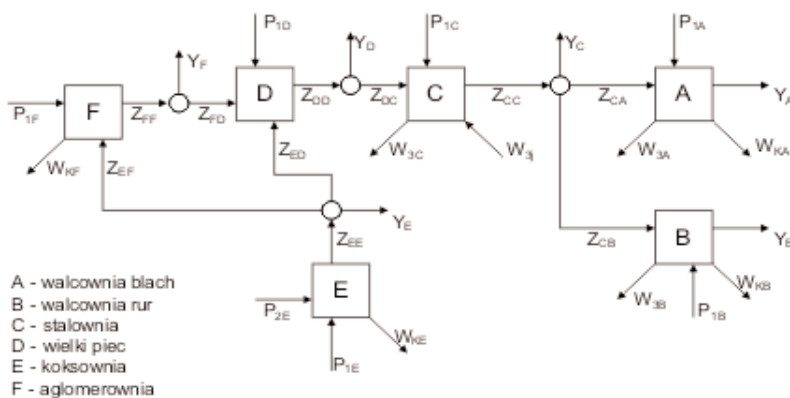
Reasumując, analiza systemowa umożliwia rozwiązywanie tych złożonych, słabo ustrukturalizowanych problemów organizacji, których nie można w całości modelować matematycznie. Uwzględnić również powinna wpływ otoczenia na system.

Szczególnym przypadkiem jest analiza strukturalna, polegająca na budowaniu modeli przepływu danych i procesów w badanym systemie.

Budując model staramy się

zrozumieć zwykle złożoną rzeczywistość, przedstawiając wybrany

schemat wewnętrznych przepływów surowców w przed-



P_{kj} – zakup k – tego surowca dla j – tego procesu; Z_{ii} – wyjście głównego produktu i – tego procesu; Z_{ij} – dla i różnego od j , część głównego produktu i – tego procesu zasilającego j – ty proces; Y_i – część produktu i – tego procesu, który może być sprzedany na zewnątrz wewn. łańcucha logistycznego jako produkt finalny $Y_i = Z_{ii} - Z_{ij}$; W_{kj} odpady i produkty uboczne k – tego rodzaju j – tego procesu (dla $k=3$, złom poprodukcyjny).

Rysunek. 2. Schemat wewnętrznych przepływów surowców w przedsiębiorstwie hutniczym
Źródło: Oprac. własne na podst. [14]

aspekt systemu lub jego fragment, najczęściej w sposób uproszczony, pomijający pewne szczegóły, nieistotne z punktu widzenia celów modelowania, przedstawiając badany obiekt w postaci innej niż ta, w której występuje on w rzeczywistości [11].

Dla prawidłowego wyboru zmiennych modelu, niezbędne jest dysponowanie dobrą teorią rozpatrywanego zjawiska, która jednoznacznie rozstrzyga problemy wyboru zmiennych. Sytuacja komplikuje się, gdy taka teoria nie jest dostępna. Można wtedy podejmować próby rozwiązania złożonych problemów logistycznych z wykorzystaniem modeli, pamiętając, że konieczne jest także wykorzystanie doświadczenia i intuicji [12].

Rozpatrując modelowanie konkretnego obiektu jakim jest np. przedsiębiorstwo lub jakiś jego fragment musimy zapoznać się z jego systemem funkcjonowania oraz przeanalizować zachodzące w nim procesy i związki między poszczególnymi jego elementami. Rysunek nr 2 przed-

stawia schemat wewnętrznych przepływów surowców w przed-

siębiorstwie hutniczym, których obsługą zajmuje się transport wewnątrzzakładowy. Przykładowym narzędziem analizy systemowej jest Diagram Przepływu Danych (Data Flow Diagram). Przedstawiony w postaci diagramu konkretny model systemu pokazuje procesy, przepływy danych między procesami oraz magazyny danych używane w tych procesach.

DFD oprócz statycznej mapy systemu jest także modelem jego działania, ponieważ wszystkie jego elementy pracują tak samo jak w systemie rzeczywistym. Innymi słowy przepływy danych w modelu odzwierciedlają ruch danych w systemie rzeczywistym, a procesy modelu pracują na tych samych danych wejściowych co w systemie rzeczywistym i produkują te same dane wyjściowe [13].

Budowę modelu DFD należy rozpocząć od wyznaczenia granic systemu, który podlegać będzie analizie i modelowaniu. Diagram kontekstowy (podstawowy diagram, wyznaczający obszar modelowania) pełni funkcję

definiującą granice systemu. Umożliwia on skupienie uwagi w obszarze działania systemu, gdyż identyfikuje graniczne przepływy danych, informując jakie dane wchodzi do systemu a jakie dane system produkuje. Dane te dostarczane są do analizowanego systemu od innego zewnętrznego systemu (osoby, urzędu) zwanego terminatorem (oznaczonym graficznie w postaci prostokąta). Podobnie przetwarzane przez system dane trafiają do terminatora będącego odbiorcą danych wyjściowych. Przepływy danych między terminatorami a procesami wewnątrz systemu zwane są przepływami granicznymi.

Funkcjonowanie modelu systemu odbywa się poprzez pobranie danych z zewnątrz przez przepływy graniczne i przetworzenie ich na dane wyjściowe. Uručhamiane są przy tym procesy decyzyjne dotyczące transportu wewnątrzzakładowego. Wszystkie procesy wyboru (decyzyjne) oparte są na procedurach iteracyjnych (algorytmach w formie minispecyfikacji). Budowa modelu i jego procesy abstrahują od rodzaju i struktury organizacyjnej istniejącej w konkretnym przedsiębiorstwie. Pozwala to weryfikować model na podstawie rzeczywistego systemu oraz w procesie usprawniania jego funkcjonowania w kontekście np. kosztów lub czasu transportu.

Stopniowa dekompozycja diagramu kontekstowego do diagramów najniższego poziomu pozwala na analizę i zrozumienie procesów elementarnych, nie podlegających dalszej dekompozycji. Dojście do momentu, gdy wszystkie procesy systemu mamy w postaci elementarnej oraz odnotujemy zgodność co do ilości i rodzaju danych wejściowych i wyjściowych (w poszczególnych fragmentach modelu) na wszystkich poziomach jego dekompozycji, możemy uznać model systemu za poprawny.

Rysunek nr 3 przedstawia diagram najniższego poziomu w sto-

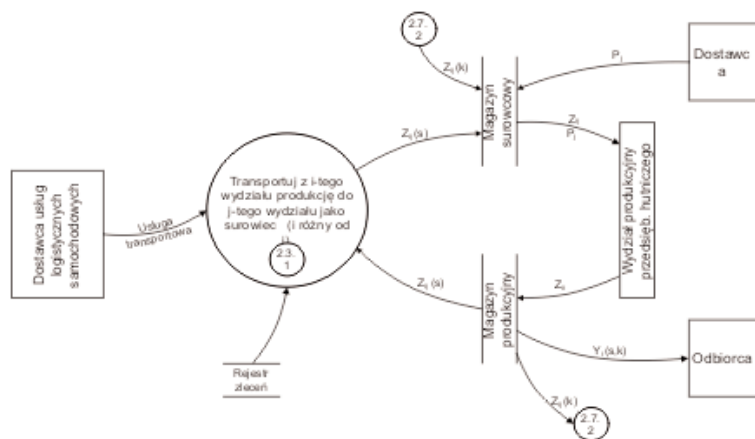
sunku do kontekstowego „2.3” opisujący procesy zachodzące przy realizowaniu usług transportowych między wydziałem produkcyjnym a dostawcami i odbiorcami surowców z wykorzystaniem informacji wychodzących i przychodzących z procesu „2.7.2”. W diagramie „2.3” $Z_{ij}(s)$ – oznacza część głównego produktu

ilość powtórzeń.

Wyjście : TRANSPORT Z_{ij}

Znając zjawiska zachodzące w badanym systemie oraz najważniejsze jego elementy, biorące udział w podstawowych procesach analizowanego obiektu, jesteśmy w stanie, przy użyciu zbudowanych modeli, symulować w nim zmiany ilościowo

kretnym przykładzie należy posiadać wiedzę na temat jego specyfiki, gdyż wprowadzanie radykalnych zmian w jego systemie, mimo iż model wykazuje z tego tytułu znaczne oszczędności, może powodować powstawanie barier finansowych i inwestycyjnych, których przedsiębiorstwo w rzeczywistych warunkach nie będzie w stanie przezwyciężyć.



Rysunek. 3. Diagram „2.3”

Źródło: Oprac. własne na podst.[13]

i-tego procesu (źródła) zasilającego j-ty proces (ujście) transportowany tylko samochodami, $Y_{i}(s,k)$ – część produkcji i-tego procesu sprzedana na zewnątrz transportowana samochodami (s) lub koleją (k).

Proces (2.3.1) realizuje przepływy surowcowe między i-tym a j-tym procesem produkcyjnym tylko transportem samochodowym.

Przykład algorytmu przebiegu procesu elementarnego „2.3.1”:

MINISPECYFIKACJA 2.3.1. : TRANSPORTUJ Z i-TEGO WYDZIAŁU PRODUKCJĘ DO j-TEGO WYDZIAŁU JAKO SUROWIEC

Wejście : USŁUGA TRANSPORTOWA

Dla każdego przybyłego samochodu w celu realizacji USŁUGI TRANSPORTOWEJ użyj powiązania z REJESTREM USŁUG potwierdzając zasadność realizacji usługi.

Użyj powiązania z atrybutami REJESTRU USŁUG wyznaczając kierowcy trasę, miejsce załadunku, miejsce rozładunku oraz

jakościowe. Symulowane zmiany zanim zostaną zaimplementowane w przedsiębiorstwie muszą podlegać weryfikacji pod względem zgodności z procesem technologicznym, przepływami dóbr i informacji, relacjami na granicy system – otoczenie oraz możliwościami i efektami ekonomicznymi przedsiębiorstwa.

Zastosowane zmiany w modelu przykładowego przedsiębiorstwa hutniczego, po weryfikacji ekonomicznej wyniosły 3986,64 zł w skali przedsiębiorstwa na dzień[15]. Na podstawie rezultatów symulacji można powiedzieć, iż skuteczną metodą usprawniania funkcjonowania łańcucha logistycznego i obniżania jego kosztów jest wprowadzanie niewielkich, miejscowych zmian, które nie wymagają ponoszenia dodatkowych kosztów inwestycyjnych i nie wykazują między sobą zależności (wzajemnie się wykluczających), gdyż jednoczesne zastosowanie takich zmian może przynieść efekt odwrotny do zamierzonego. Dokonując symulacji przy pomocy modelu na kon-

Podsumowanie

W obecnej sytuacji gospodarczej, gdzie coraz większą rolę odgrywa minimalizowanie czasu i kosztów w działalności przedsiębiorstw oraz procesach logistycznych i metalogistycznych, wiedza na temat funkcjonowania łańcucha logistycznego, w którym przedsiębiorstwo uczestniczy jako ogniwo oraz powiązanego z nim wewnętrznego łańcucha przepływu dóbr jest niezbędna. Analiza systemowa jest narzędziem do zdobycia takiej wiedzy. W zrozumieniu natomiast dynamicznie zmieniających się warunków działalności, zakłócających stabilność systemów logistycznych, pomocny staje się model systemu i możliwość symulacji skutków wprowadzenia w nim zmian. Połączenie procesu decyzyjnego z możliwością oceny jego efektów zmniejsza ryzyko błędów w zarządzaniu przedsiębiorstwem.

Streszczenie

W artykule przedstawiono problematykę dotyczącą teoretycznych podstaw funkcjonowania łańcucha logistycznego oraz systemowego podejścia do budowy jego elementarnego ogniwa. Podstawowym narzędziem pomocnym w usystematyzowaniu elementów składowych łańcucha logistycznego jest analiza systemowa. Na przykładzie konkretnego przedsiębiorstwa, analiza

systemowa wraz z modelem przepływu danych, dały podstawę do poznania systemu przebiegu procesów transportu i przepływu informacji w poszczególnych jego elementach. Uwzględniając aspekt ekonomiczny, analiza systemowa wpływa na organizację przepływu dóbr i informacji w skali całego przedsiębiorstwa, dzięki czemu możemy mówić o skutecznym sterowaniu procesami transportowymi oraz zmianami ilościowo jakościowymi w badanym przedsiębiorstwie.

THE SYSTEM ANALYSIS OF LOGISTIC CHAIN ON THE EXAMPLE OF THE METALLURGIC ENTERPRISE

Summary

Problems relating to the theoretical bases of functioning the logistic chain and system approach to creation of the elementary link was introduced in the article. The analysis of the system is very helpful tool used during systematizing the components of the logistic chain. The system analysis together

with the model of the data flow facilitate to know the system course of transportation processes and flow of the data within separate elements. This analyzes were executed on the example of the specific enterprise. Taking into account the economic aspect, the system analysis influences the flow of goods and data within the whole enterprise.

Literatura

- [1] Grajner J., Kwaśniewski S., Nowakowski T., Miejsce transportu kolejowego w łańcuchach i sieciach logistycznych, Wyd. Polit. Wrocławskiej, Wrocław 2002
- [2] Sołtysik M., Zarządzanie logistyczne, AE w Katowicach 2003
- [3] Kisperska-Moroń D., Sołtysik M., System logistyczny przedsiębiorstwa, AE w Katowicach 1994
- [4] Kompendium wiedzy o logistyce, pod red. E. Golemskiej, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2008
- [5] Witkowski J., Zarządzanie łańcuchem dostaw, PWE, Warszawa 2010
- [6] opracowanie własne na podst. Grajner J., Kwaśniewski S., Nowakowski T., Miejsce transportu kolejowego w łańcuchach i sieciach logistycznych, Wyd. Polit. Wrocławskiej, Wrocław 2002
- [7] opracowanie własne
- [8] Bertalanffy L., Ogólna teoria systemów, PWN, Warszawa 1984
- [9] Bukowski L., Struktury układów sterowania w warunkach niepewności, Politechnika Krakowska, Kraków 1995
- [10] Nowa Encyklopedia Powszechna, PWN, Warszawa 2004
- [11] Gutenberg J., Modelowanie matematyczne systemów, Wyd. 3 rozsz. i popr. Exit Warszawa 2003
- [12] Nowicka-Skowron M., Modele w zarządzaniu logistycznym, [W], VII Konferencja Naukowo-Techniczna – Produkcja i zarządzanie w hutnictwie, Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 2000
- [13] Robertson J., Robertson S., Pełna analiza systemowa, WNT, Warszawa 1999
- [14] Albino V., Izzo C., Input-output models for the analysis of a local/global supply chain, [W], International journal of production Economics, Volume 78, No.2, 2002
- [15] Królik R.: Transport wewnątrzzakładowy w tworzeniu łańcuchów logistycznych na przykładzie przedsiębiorstwa hutniczego. Praca doktorska, Częstochowa 2004