

## SYSTEMY LOGISTYCZNE A TEORIA SYSTEMÓW

### Streszczenie:

Od kilku lat trwają dyskusje związane z rolą logistyki w nauce. Dla wielu logistyka powinna być osadzona w teorii systemów. Nadużywanie pojęć związanych z logistyką obserwowane jest zwłaszcza w odniesieniu do systemów logistycznych. Termin "system" jest często dość swobodnie interpretowany. Zdaniem autora jedną z przyczyn takiego stanu jest nieściśle definiowanie systemu, często wynikające z nieznamości teorii systemów. Zamiarem autora jest uporządkowanie związków logistyki z teorią systemów.

**Słowa kluczowe:** logistyka, teoria systemów, systemy logistyczne

### 1. WPROWADZENIE

Od kilku lat trwają w środowisku naukowym dyskusje dotyczące miejsca logistyki w nauce. Dotyczą one przede wszystkim poszukiwania podstaw teoretycznych logistyki, powiązań z różnymi dyscyplinami naukowymi oraz pytań fundamentalnych: czy logistyka jest dziedziną nauki, czy też jest może dyscypliną praktyczną [1, 2]. Problem rozważany jest przede wszystkim w tych środowiskach, w których naukowcy prowadzą badania z zakresu logistyki, a wskutek istniejącej w Polsce struktury podziału nauki nie mogą siebie nazywać naukowcami – logistykami, gdyż z logistyki nie można nadawać stopni naukowych [1]. Powstaje zatem pytanie – czym jest logistyka ?

Tymczasem równolegle z naukowymi debatami rozwija się logistyka stosowana, która notuje bardzo wiele osiągnięć we wdrożeniach metod i narzędzi logistycznych w przedsiębiorstwach, w tym także w firmach produkcyjnych. W tym nurcie dostrzegany jest ostatnio niezwykle chaos w nazywaniu logistyką wszystkiego, co dotyczy przemieszczania dóbr lub osób [2, 3]. Przy tej okazji dość często wraca się do ponownego definiowania logistyki w zależności od tego czy badana sfera dotyczy zarządzania, ekonomii, czy też jest natury czysto technicznej. Ponadto wiele zagadnień dotyczących np. problemów ryzyka, bezpieczeństwa jest wprost odnoszonych do logistyki, tymczasem są to zagadnienia dotyczące każdego systemu działaniowego. Podstawowe definicje logistyki ewoluowały na przestrzeni ostatnich lat dość znacznie, ale należy wyraźnie zaznaczyć, że istnieją. Są co prawda pewne różnice w ich interpretacji, ale nie na tyle istotne by je odrzucać lub zmieniać.

Dla wielu (w tym dla autora) nie ulega wątpliwości, że logistyka powinna być osadzona w teorii systemów. Jednak i w tym obszarze termin „system” jest dość swobodnie używany. Wydaje się, że dla wielu system jest pojęciem rozumianym intuicyjnie, jako słowo powszechnie używane, co w konsekwencji prowadzi do nadużywania tego terminu do opisu czegoś, co systemem nie jest, a na pewno nie jest odpowiednio zdefiniowane w ujęciu teorii systemów. Znamienne jest to, że o podobnych problemach pisał P. Sienkiewicz [4] w 1988 roku w odniesieniu do pojęć związanych z systemem i układem.

Nadużywanie pojęć: „logistyka”, „system” (np. logistyka umeblowania ulicy) doprowadziło w ostatnim czasie do kolejnej ewolucji tych pojęć. Stąd dla podkreślenia naukowości często zagadnienia związane z szeroko rozumianą logistyką opisywane są poprzez „systemy logistyczne”. Systemy te bardzo często nie są systemami w ogóle, a systemami logistycznymi tym bardziej. Moim zdaniem przyczyn takiego stanu jest wiele, ale jedną z

---

\* Akademia Górniczo – Hutnicza, Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki

ważniejszych jest niewystarczająca podbudowa naukowa (np. z nauk ekonomicznych, teorii systemów), a także fakt, że logistyczna działalność badawcza jest prowadzona w ramach różnych dyscyplin nauki. Stąd celem niniejszego opracowania nie jest zaproponowanie kolejnej definicji systemu logistycznego, lecz uporządkowanie podstawowych pojęć z teorii systemów. Być może staną się one inspiracją do tworzenia teorii logistyki (o ile uznamy to za potrzebne, czy konieczne).

## 2. SYSTEM W UJĘCIU TEORII SYSTEMÓW

Przed laty w swojej definicji logistyki Z. Korzeń [5] pisał: „*Logistyka* w nowoczesnym ujęciu pojmowana jest jako zintegrowany system planowania, zarządzania i sterowania strukturą przepływów materiałowych oraz sprzężonych z nimi przepływów informacyjnych i kapitałowych w celu optymalnego tworzenia i transformacji dóbr fizycznych”.

\W roku 2005 Europejska Organizacja Logistyczna ELA (European Logistics Association) podała nową definicję, która łączy w sobie dotychczasowe rozumienie logistyki i ujęcie systemowe:

*Logistyka* to zarządzanie procesami przemieszczania dóbr i/lub osób oraz działaniami wspomagającymi te procesy w systemach, w których one zachodzą.

*Systemy*, w których zachodzą procesy przemieszczania dóbr i/lub osób, to zarówno systemy gospodarcze, czyli systemy, których działanie jest nastawione na osiąganie zysku (przedsiębiorstwa produkcyjne i handlowe oraz łańcuchy dostaw), jak i systemy, których działanie nie jest nastawione na osiąganie zysku (publiczna służba zdrowia, publiczna oświata, miasto, środowisko naturalne).

Z najnowszej definicji logistyki (ELA'2005) wynika, że zarządzający procesami oraz działaniami powinien odpowiednio jednoznacznie określić, zdefiniować system (systemy), w których te procesy i działania mają miejsce. Tu pojawia się zatem pytanie – o jakim systemie mówimy? Wydaje się, że powinien to być system logistyczny, a zatem taki, który zawiera w sobie poprawne zdefiniowanie systemu i logistyki. Okres zainteresowania teorią systemów (lata siedemdziesiąte i osiemdziesiąte ubiegłego wieku) uległ pewnemu zapomnieniu, zatem warto przypomnieć podstawy teorii systemów, bez rozstrzygnięcia ważności i znaczenia poszczególnych teorii.

W odniesieniu do układów względnie odosobnionych najprościej ujął system S. Mynarski [6]: Najprostszą definicję *systemu* (w nawiązaniu do układu) można sformułować następująco:

- *system to* celowo określony zbiór elementów oraz relacji zachodzących między tymi elementami i ich własnościami,
- *system to* każda celowo wyodrębniona zbiorowość elementów powiązanych zależnościami lub oddziaływaniem.

*Własnościami* danego systemu są cechy poszczególnych elementów, natomiast *relacjami* są zależności łączące poszczególne elementy z całością. Systemami, w przeciwieństwie do układów, mogą być nie tylko obiekty konkretne, rzeczywiste, lecz także obiekty abstrakcyjne.

W odniesieniu do różnego obszaru zastosowania systemów bardzo znamienne są definicje sformułowane przez L. Szklarskiego i R. Koziola [7]:

1. W technice przez system rozumie się przyporządkowanie określonego celowi działania zbioru obiektów wzajemnie sprzężonych.
2. W organizacji i planowaniu przez system rozumie się zbiór operacji powiązanych w czasie.
3. W pracach naukowo - badawczych system określa się jako dziedzinę ogólnej metodologii badania procesów i zjawisk odniesionych do dowolnego obszaru ludzkiej działalności.

4. W dziedzinie teoriopoznawczej system jest pewną metodą naukowego myślenia w procesie rozwiązywania złożonych zadań sterowania.

Autorzy wyróżniają przy tym trzy równorzędne klasy systemów:

Klasa 1. System rozpatrywany jako zespół obiektów fizycznych wzajemnie ze sobą powiązanych (podejście to jest stosowane przy badaniu procesów technologicznych),

Klasa 2. System rozpatrywany jako zespół obiektów fizycznych z uwzględnieniem informacji o stanie tych obiektów (podejście to wykorzystuje się przy rozwiązywaniu problemów sterowania procesami technologicznymi),

Klasa 3. System rozpatrywany jako ciąg powiązanych sekwencyjnie i logicznie zdarzeń informacyjnych (podejście to wykorzystuje się do zagadnień zarządzania gospodarką narodową, przemysłem, itp.).

Przy rozpatrywaniu systemów zwykle dodaje się, że są one wielkie lub złożone, co z reguły wiąże się z takimi obserwowanymi cechami, jak:

- możliwość wydzielenia pewnych części (podsystemów),
- istnienie celu działania dla każdego podsystemu i możliwość oceny efektywności jego działania,
- istnienie ogólnego celu działania systemu i możliwość oceny jego efektywności,
- hierarchiczna struktura sterowania,
- współdziałanie w systemie ludzi, maszyn i oddziaływającego środowiska,
- istnienie wielkiej liczby sprzężeń wewnątrz każdego podsystemu i między systemami,
- konieczność organizacji rozgałęzionej sieci informacyjnej zapewniającej funkcjonowanie systemu i optymalizację jego działania.

Wszystkie opisane powyżej klasy pozwalają na dość swobodne opisywanie systemu. Widoczny jest brak w nich formalizmu matematycznego. Rozwiązań tych problemów należy poszukiwać w teoriach systemów, a w szczególności w ogólnych teoriach systemów lub w teoriach systemów złożonych (czasami nazywanych wielkimi). W sposób syntetyczny zostały one opisane w wielu pracach, m.in. [3], [8], [9], [10] oraz [11].

W odniesieniu do układów człowiek – człowiek, człowiek – grupa ludzi i człowiek – środowisko oraz systemów kierujących bardzo wartościowe jest podejście cybernetyczne zaproponowane przez R. Staniszewskiego [12].

Aktualnie bardzo przydatnym w logistyce wydaje się ujęcie systemów zaproponowane przez S. Ziembę. W pracy [13] S. Ziemia za W.R. Ashby' m wprowadza podział wszystkich możliwych systemów na dwie kategorie:

- systemy konfiguracyjne (*pattera systema*) – porządkujące, relacyjne, statyczne;
  - systemy działaniowe (*acting systema*) – operacyjne, przetwarzające, procesowe, dynamiczne.
- Celem każdego działania jest w ogólnym przypadku wywołanie pewnej zmiany w danym fragmencie rzeczywistości. Istotą systemu działaniowego jest jego cel, postawione przed nim zadanie. W swoim pojmowaniu systemu S. Ziemia wprowadza pojęcie systemów specjalnych (właściwie *podsystemów*), wśród których wyróżniony został *system logistyczny L*. Warto na to zwrócić uwagę (rok publikacji 1980), gdyż w Polsce do lat dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku prawie nikt nie pisał o systemach logistycznych.

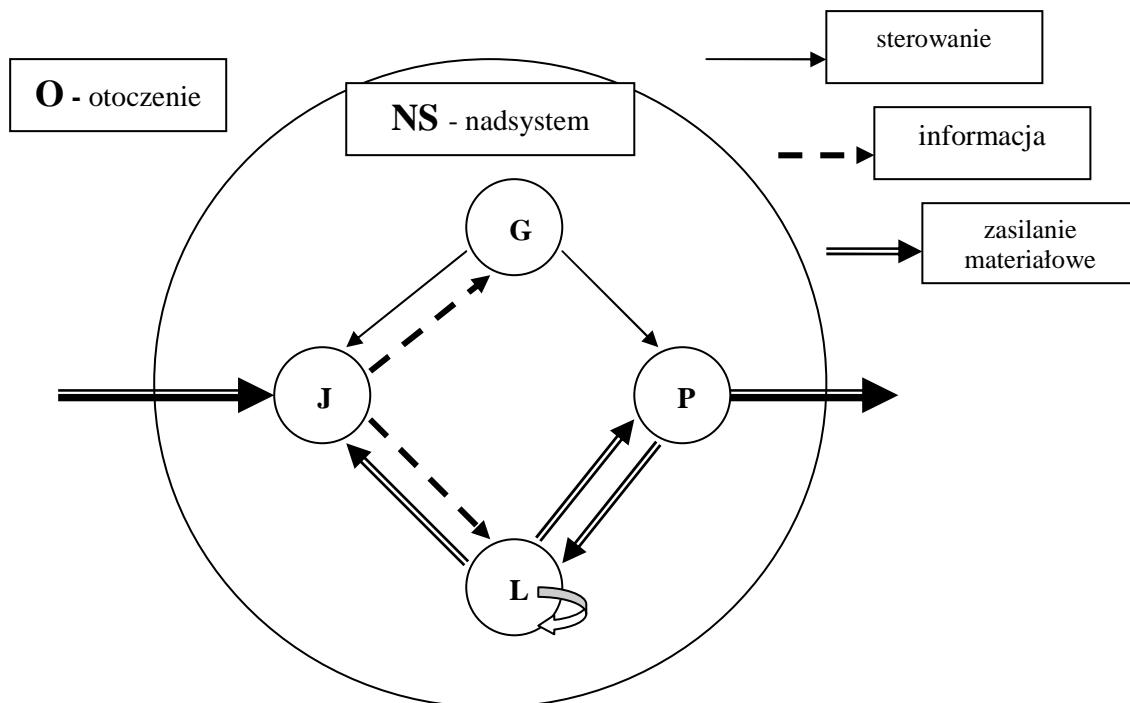
Ze względu na łatwość analizy i syntezy systemów działaniowych, w szczególności technicznych, wyróżnia się cztery rodzaje systemów specjalnych:

1. System procesowy *P*, który zapewnia zdolność systemu do funkcjonowania czyli realizacji, osiągnięcia przez cały system (nadsystem) swoich celów,
2. System sterowania *C*, który służy do kierowania i koordynacji działalności pozostałych systemów dla realizacji celów całego systemu,
3. System informacyjny *J*, służący do organizacji przetwarzania i dystrybucji strumieni informacji, zarówno w obrębie systemu (nadsystemu), jak i z zewnątrz systemu,

zgodnie z potrzebami prawidłowego działania pozostałych systemów specjalnych (podsystemów),

4. *System logistyczny L*, służący do utrzymywania i zaopatrywania pozostałych systemów specjalnych (i siebie samego), aby działanie całego systemu przebiegało prawidłowo.

Bardzo interesujący jest przy tym komentarz S. Ziemby, który stwierdza, że wobec dużej różnorodności definicji pojęcia system, efektywne wydaje się rozważenie pojęcia systemu na drodze pragmatycznej, tzn. metodologicznej rekonstrukcji osobliwości traktowania obiektów (i nie tylko) jako systemów przez systemowo zorientowanych naukowców. Uzasadnia się to tym, że w świecie realnym systemy nie występują. Są one natomiast tworzone przez naukowców, badaczy, planistów, projektantów itp., traktujących obiekty z którymi mamy do czynienia, jako systemy. Jest to zresztą podejście mocno rozwinięte przez G.M.Weinberga [14], który pisze wręcz, że „System to punkt widzenia – zrozumiały dla poety, natomiast przerażający dla pracownika nauki!”. Wydaje się, że ten żartobliwy zapis nadal jest aktualny. Wzajemne zależności pomiędzy systemami specjalnymi (podsystemami) w ujęciu S. Ziemby przedstawiono na rysunku 1.



**Rys. 1. Struktura powiązań systemów specjalnych**  
(opracowanie własne wg [13])

Strukturę nadsystemu NS tworzą relacje (właściwości). Struktura może być przedstawiana w postaci:

- informacyjnej; stanowi wówczas system abstrakcyjny (*system in abstracto*),
- energio – materialnej; stanowi wówczas system rzeczywisty (*system in concreto*).

W dalszej części przedstawiono przykładowe definiowanie systemu w ujęciu teorii G.J. Klira i M.D. Mesarovića.

## 2.1. Definicje systemu wg G. J. Klira

W ujęciu G.J.Klira [9] „System ogólny jest w istocie rzeczą modelem abstrakcyjnym jakiegoś już istniejącego systemu (materialnego lub pojęciowego), w którym znajdują odbicie

(w stopniu, w jakim sobie tego życzymy) wszystkie główne lub podstawowe cechy systemowe oryginału”. W swojej teorii G.J. Klir wyróżnia 5 klas (typów) teorii systemów.

Typ I. Jest to klasa systemów szczegółowych: mechanicznych, chemicznych, elektrycznych, społecznych, ekonomicznych, w których bada się cechy, własności szczegółowe charakterystyczne dla danej dyscypliny naukowej. Treść teorii typu I mieści się zwykle w zakresie badanej dyscypliny.

Typ II. W klasie tej mieszczą się teorie dotyczące różnych dziedzin, w których treść pod pewnymi względami pokrywa się. Pewne klasy systemów mogą charakteryzować się izomorficznością.

Typ II'. Teorie o wysokim stopniu ogólności, które nie spełniają trzech właściwości teorii typu III.

Typ III. Do tej klasy zaliczane są teorie spełniające trzy własności:

Teoria ma zastosowanie co najmniej do wszystkich systemów skończonych (ograniczonych). W teorii są uwzględnione podstawowe cechy systemowe wspólne dla wszystkich systemów. Teoria zawiera pewne ogólne zasady metodologiczne.

Wg Klira ten typ teorii można nazywać wprost *ogólną teorią systemów*.

Typ IV. Są to teorie o najwyższym stopniu uogólnienia, w których podstawowe cechy systemów wyprowadzane są z formalnych definicji pojęcia systemu. Są to *matematyczne teorie systemów*.

A zatem dla określenia jakiegoś obiektu w ujęciu systemowym, niezbędne jest dysponowanie klasą definicji systemów odpowiednią dla przyjętej teorii.

Klir sformułował 5 równoważnych definicji dla opisu ogólnej teorii systemu typu III.

*Definicja 1:* Zbiór wielkości zewnętrznych i poziom rozdzielczości.

*Definicja 2:* Działanie.

*Definicja 3:* Zachowania stałe.

*Definicja 4:* Struktura rzeczywista UC (Universe of Discourse and Couplings).

a) *System S* jest danym zbiorem elementów i ich zachowań stałych oraz zbiorem sprzężeń między elementami oraz między elementami i otoczeniem.

b) *System S* jest parą  $(B, C)$ , przy czym  $B = \{ b_1, b_2, b_3, \dots, b_r \}$   
 $C = \{ c_{ij} / c_{ij} = A_i \cap A_j; i \neq j \}$

oraz:

$A = \{ a_0, a_1, a_2, \dots, a_r \}$  - zawiera elementy dziedziny badania i otoczenia,

$A_i$  jest zbiorem wielkości głównych określonych na  $a_i$ ,  $i = 1, 2 \dots r$ , a zatem:

$\{ a_1, a_2, a_3, \dots, a_r \}$  - zbiór elementów należących do *dziedziny (universum)*;  $\{ a_0 \}$  - otoczenie systemu,

ponadto:

$b_i$  jest zachowaniem stałym elementu  $a_i$ ,

$B = \{ b_1, b_2, b_3, \dots, b_r \}$  - jest zbiorem wszystkich zachowań stałych elementów należących do dziedziny badania (universum),

$c_{ij}$  - jest sprzężeniem pary elementów  $(a_i, a_j)$

$C = \{ c_{ij} / c_{ij}$  jest sprzężeniem pary  $(a_i, a_j)$ , przy czym  $a_i, a_j \in A; i \neq j \}$  - zbiór ten nazywany jest *charakterystyką*.

*Definicja 5:* Struktura rzeczywista ST (State - Transition).

a) *System S* jest danym zbiorem stanów i zbiorem przejść między stanami. Przejście od jednego stanu do innego stanu może dopuszczać interpretację probabilistyczną, choć nie jest to konieczne.

b) *System S* jest parą  $(S, (R(S, S)))$ , przy czym  $S$  jest zbiorem stanów i  $R$  jest relacją określoną na  $S \times S$ .

W związku z tym, że ogólna teoria systemów może być stosowana do różnych systemów szczegółowych istotnym zagadnieniem do rozwiązania na etapie formułowania systemu jest

opracowanie opisu systemu z wykorzystaniem pięciu definicji Klira oraz metodologii pozwalającej badanie tego rodzaju systemów. W celu formalizacji systemu Klir proponuje trzystopniowe postępowanie:

- zdefiniowanie systemu  $S_1$  na obiekcie będącym przedmiotem badań (z przyjętego przez badacza punktu widzenia),
- określenie systemu ogólnego  $S_2$  na podstawie tej samej definicji (lub innej z proponowanych w teorii),
- sprecyzowanie jednoznacznej transformacji  $T$  składników systemu  $S_1$  w system  $S_2$ .

Problemy systemowe można wg Klira podzielić na trzy zasadnicze dziedziny:

- analizę systemów,
- syntezę systemów,
- badanie "czarnej skrzynki".

Analiza systemów jest procesem określania zachowania się systemu lub jego struktury stanów i przejść ST, gdy znana jest struktura elementów i sprzężeń UC.

Synteza systemów jest procesem poszukiwania struktury UC, która może realizować działanie systemu, jego zachowanie lub daną strukturę ST.

Badanie "czarnej skrzynki" jest procesem poznawania systemu, gdy znana jest definicja systemu jako zbioru wielkości na określonym poziomie rozdzielczości.

## 2.2. System wg M.D. Mesarovića

Teoria Mesarovića [9] jest najbardziej „zmatematyzowaną” teorią systemów. Własności i zachowanie systemu badane są metodami ścisłymi. Dzięki temu teoria ta znajduje zastosowanie w systemach podejmowania decyzji, w systemach sterowania, a także w systemach opisywanych poprzez wejścia i wyjścia. Mesarović zakłada, że teoria systemów zajmuje się objaśnianiem zjawisk lub struktur pojęciowych w kategoriach przetwarzania informacji i procesu podejmowania decyzji. W teorii tej istotny jest sposób przekazywania informacji oraz osiągania celów postawionych systemowi.

Do opisu badanego systemu teoria proponuje wykorzystanie metody formalizacji, w której wyróżnia się dwa etapy:

- najpierw należy sformułować werbalną definicję systemu, zgodną z intuicyjnym znaczeniem tegoż systemu w odpowiednich dziedzinach zastosowań,
- następnie należy tak przyjęte pojęcie systemu zdefiniować aksjomatycznie przy użyciu minimalnej struktury matematycznej.

Zaletą takiego podejścia jest możliwość badania bardzo złożonych systemów (*wielkich*) jako wzajemnie połączonych wielu podsystemów. System definiowany jest jako szczególnego rodzaju *zbiór*, którym jest *relacja*.

*System ogólny*  $S$  jest relacją określoną na zbiorach abstrakcyjnych iloczynu kartezjańskiego

$$S \subset \times\{V_i : i \in I\},$$

przy czym  $\times$  oznacza iloczyn kartezjański, zaś  $I$  jest zbiorem indeksów. W przypadku, gdy  $I$  jest zbiorem skończonym, wówczas postać zapisu systemu może być prostsza:

$$S \subset V_1 \times V_2 \times \dots \times V_i \times \dots \times V_n,$$

przy czym składniki relacji  $V_i$  nazywane są *obiektami systemu*. Obiekt przedstawia cechę lub charakterystykę systemu opisaną w kategoriach, w jakich opisywany jest badany system.

Do dalszego uściślenia opisu formalnego Mesarović proponuje dwie metody opisu:

- metoda opisu przez „wejście - wyjście” (opis terminalny, przyczynowy)
- metoda opisu przez „dążenie do celu” (opis teleologiczny, podejmowania decyzji).

Opis metody „wejscie - wyjscie” (input - output):

Obiekty  $V_i$  dzielone są na dwie grupy:

- wejścia systemu (bodźce):  $X = \{ V_i : i \in I_x \}$ ,
- wyjścia systemu (reakcje):  $Y = \{ V_i : i \in I_y \}$ .

System jest zatem relacją określoną na zbiorach *wejsć i wyjść*:

$$S \subset X \times Y$$

Opis metody „dążenie do celu”:

Przyjmuje się, że:

$X, Y$  - wejścia i wyjścia obiektu,

$M$  - obiekt decyzyjny,

$V$  - obiekt wartościowania,

oraz:

$P: X \times M \rightarrow Y$  - to funkcja wyniku (procesu),

$G: M \times Y \rightarrow V$  - to funkcja charakterystyki (procesu) lub funkcja celu,

Stąd, system  $S \subset X \times Y$  można określić następująco:

*para*  $(x, y) \in S$ , dla  $x \in X$  i  $y \in Y \Leftrightarrow$  *gdy istnieje*  $m_x \in M$ , *taka, że dla każdego*  $m \in M$

$$G(m_x, P(x, m_x)) \leq G(m, P(x, m))$$

*i*

$$y = P(x, m_x)$$

czyli:

dla każdego wejścia (bodźca)  $x \in X$ , wyjście (reakcję)  $y \in Y$  przyporządkowuje się w taki sposób, aby odnośna funkcja  $G$  charakterystyki procesu osiągała wartość minimalną spełniając jednocześnie ograniczenia określone przez  $P$  funkcję wyniku. A zatem celem systemu  $S$  jest *minimalizacja funkcji celu*  $G$ .

### 3. SYSTEMY LOGISTYCZNE, ANALIZA

H.-Ch. Pfohl [15] formułuje system w sposób bardzo opisowy. Przygotowanie produktów odbywa się przez procesy produkcyjne (pozyskiwania, przetwarzania, obróbki) w przedsiębiorstwach przemysłowych. Produkty podlegają przy tym przemianie jakościowej. Połączenie pomiędzy przygotowaniem produktów a ich konsumpcją stanowi dystrybucję produktów. Odbywa się ona poprzez procesy transformacji (przemieszczania i magazynowania), które powodują przemianę towarów nie w sensie jakościowym, a jedynie czasowo-przestrzennym. Wg Pfohla: „Systemy przestrzenno-czasowej transformacji towarów to *systemy logistyczne*”. Występują one w tzw. przedsiębiorstwach logistycznych. Są to przedsiębiorstwa usługowe, których celem jest zapewnienie sprzężeń przestrzennych i czasowych. Przebiegają one także w przedsiębiorstwach produkcyjnych, handlowych lub usługowych, w których wypełnianie potrzeb czasowych i przestrzennych stanowi jedynie część zadań, mających na celu spełnienie właściwego celu działania przedsiębiorstwa. Procesy logistyczne wywołują przepływ towarów, który łączy ze sobą systemy przygotowywania i stosowania towarów. Przepływy informacji występujące w systemach logistycznych, których obiektami są dobra materialne nie są celem same w sobie, lecz związane są z fizycznym przepływem produktów.

Według P. Blaika [16] określone cele i zadania logistyki determinują podstawowe procesy transformacji w sensie czasowo – przestrzennym, ilościowym lub jakościowym w sferze przepływów towarów i informacji, tworząc zintegrowany podsystem transformacji logistycznych. *System logistyczny* można określić w sposób ogólny jako zbiór elementów

logistycznych, których powiązania konkretyzują się poprzez wspomniane wyżej transformacje.

W podręczniku *Logistyka* [17] system logistyczny jest dość obszernie opisywany, przytaczane są różne sformułowania. Przykładowo: *system logistyczny* to celowo zorganizowany i zintegrowany – w obrębie danego układu gospodarczego – przepływ materiałów i produktów przez kolejne konfiguracje węzłów i ścieżek. W innym miejscu: *system logistyczny* jest całokształtem środków ludzkich, technicznych, a także metod działania oraz norm organizacyjno – prawnych w ich wzajemnym związku funkcjonalnym, służącym do optymalnego, ze względu na przyjęte kryteria, przemieszczania, manipulowania i składowania materiałów oraz powiązanych z nimi informacji i energii.

Definiowanie systemu logistycznego w znacznym stopniu zależy od rodzaju rozpatrywanego (badanego) systemu. W typowej klasyfikacji najczęściej wyróżnia się [17] podział ze względów instytucjonalnych, fazowych i funkcjonalnych. Ze względu na formułowanie systemu logistycznego bardzo istotny jest podział instytucjonalny. Inne podejście należy zastosować przy opisie systemów mikrologistycznych (przedsiębiorstwo produkcyjne, transportowe), niż przy definiowaniu systemów meta-, czy makrologistycznych. Bardzo pomocnym narzędziem może być w tym przypadku tzw. podejście systemowe oraz analiza systemów. Podejście systemowe jest często rozumiane jako sposób rozwiązywania problemu lub sposób postępowania, w którym zjawiska traktowane są kompleksowo zarówno w swoich zależnościach wewnętrznych, jak i zewnętrznych. Nawet bardzo dobre cząstkowe wyniki działania systemu nie muszą prowadzić do dobrych wyników systemu traktowanego jako całość.

Podstawowymi czynnościami myślowymi stosowanymi w podejściu systemowym są [13]:

- ustalenie problemu oraz jego wyodrębnienie,
- identyfikacja systemu (określenie na obiekcie rzeczywistym),
- budowa modelu systemu,
- kwantyfikacja modelu,
- rozwiązanie (algorytmy, obliczenia, eksperymenty),
- analiza interpretacyjna uzyskanych wyników,
- analiza wdrożeniowa.

Do oceny alternatywnych rozwiązań złożonych systemów logistycznych może być wykorzystywana analiza systemów. W analizie systemowej należy wyróżnić trzy etapy:

- określenie systemu na badanym obiekcie i jego przedstawienie,
- analizę struktury i zachowania się systemu,
- projekty udoskonalenia, poprawy systemu i ich wdrożenie.

Ważne jest aby podczas analizy rozróżniać różne cele (zbiory celów):

- cel badanego obiektu,
- cel systemu stworzonego na tym obiekcie,
- cel przeprowadzanej analizy.

Właściwa definicja systemu (mikrologistycznego, meta-, makrologistycznego) jest uwarunkowana znajomością celu, w jakim powinien zostać określony system na badanym obiekcie, a także wyborem odpowiedniego szczebla abstrakcji.

#### 4. PODSUMOWANIE

W definiowaniu systemu logistycznego niezbędne jest ustalenie co najmniej dwóch klas zagadnień:

- rodzaj rozpatrywanego systemu ze względu na jego instytucjonalność (mikro-, meta-, makrologistyka),



- obszar zastosowania systemu (technika, organizacja i planowanie, prace naukowo – badawcze, obszar teoriopoznawczy).

Warto przy tym uwzględnić podejście Mesarovića: najpierw należy sformułować werbalną definicję systemu, zgodną z jego intuicyjnym znaczeniem w przyjętej dziedzinie zastosowania systemu, a następnie tak przyjęte pojęcie systemu zdefiniować aksjomatycznie przy użyciu minimalnej struktury matematycznej.

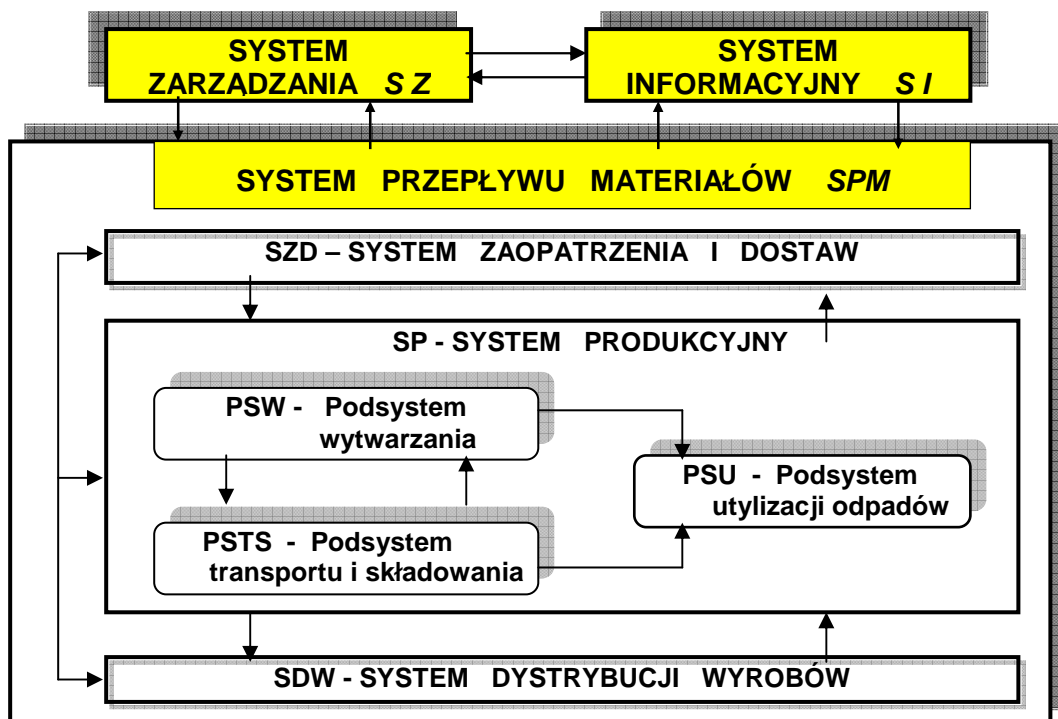
Stąd inaczej będzie definiowany metasytem (np. wybrany łańcuch dostaw), a inaczej mikrosystem przedsiębiorstwa produkcyjnego czy usługowego. Pewne elementy i relacje w tych systemach mogą być podobne (takie same), ale ze względu na cel działania systemu konieczne jest wyodrębnienie wielu specyficznych zależności.

Przykładowo Logistyczny System *LSP* przedsiębiorstwa produkcyjnego można zapisać w postaci (rys.2.):

$$LSP = \langle SPM, SZ, SI, R \rangle$$

gdzie:

- *SPM* - system przepływu materiałów,
- *SZ* - system zarządzania,
- *SI* - system informacyjny,
- *R* – relacje pomiędzy systemami oraz pomiędzy systemami a otoczeniem.



Rys. 2. Schemat logistycznego systemu przedsiębiorstwa

System *SPM* przepływu materiałów zdefiniowano poprzez podsystemy: zaopatrzenia *SZD*, realizacji zadania produkcyjnego *SP* i dystrybucji wyrobów gotowych *SDW*:

$$SPM = \{ SZD, SP, SDW \},$$

przy czym:

*SZD* - to podsystem zamówień i dostaw materiałów wsadowych (system zaopatrzenia),  
*SP* - to podsystem realizacji zadania produkcyjnego,

*SDW* - to podsystem dystrybucji i komisjonowania wyrobów gotowych.

Oczywiście konieczna jest dalsza dekompozycja systemu do poziomu poszczególnych procesów lub operacji, aby umożliwić badania zachowania się systemu w różnych warunkach jego działania. Jeśli to możliwe powinno się dążyć do optymalizacji systemu ze względu na przyjęte kryterium (kryteria) i ograniczenia narzucone na zmienne decyzyjne.

## LITERATURA

- [1] Bukowski L.: Czy logistyka może i powinna stać się nauką. *Logistyka* 2/2009.
- [2] Ciesielski M.: Nowe problemy z logistką. *Gospodarka Materiałowa i Logistyka* 10/2009.
- [3] Kurowski J.: Logistyka jako dziedzina wiedzy (cz. 1, 2). *Logistyka* 1/2009, 2/2009.
- [4] Sienkiewicz P.: *Inżynieria systemów kierowania*. PWE, Warszawa 1988.
- [5] Korzeń Z.: *Logistyczne systemy transportu bliskiego i magazynowania. Tom 2: Projektowanie. Modelowanie. Zarządzanie*. ILiM, Poznań 1999.
- [6] Mynarski S.: *Elementy teorii systemów i cybernetyki*. PWN, Warszawa 1979.
- [7] Szklarski L., Koziół R.: *Systemy sterowania procesem technologicznym w górnictwie*. PWN, Warszawa – Kraków, 1980.
- [8] Michłowicz E.: *Podstawy logistyki przemysłowej*. Uczelniane Wyd. Nauk – Dydaktyczne AGH, Kraków 2002.
- [9] Klir G.J.(red.): *Ogólna teoria systemów*. WNT, Warszawa 1976.
- [10] Gasparski W., Miller D. (red.): *Nauka. Technika. Systemy*. Zakład Narodowy im. Ossolińskich - Wydawnictwo Wrocław 1981.
- [11] Gigch J.P.: *Applied general systems theory*. Harper&Row, Publ. New York 1978.
- [12] Staniszewski R.: *Teoria systemów*. Zakład Narodowy im. Ossolińskich - Wydawnictwo Wrocław 1988.
- [13] Ziemia S., Jarominek W., Staniszewski R.: *Problemy teorii systemów*. Zakład Narodowy im. Ossolińskich - Wydawnictwo Wrocław 1980.
- [14] Weinberg G.M.: *Myślenie systemowe*. WNT, Warszawa 1979.
- [15] Pfohl H.-Ch.: *Systemy logistyczne*. ILiM, Poznań 1998.
- [16] Blaik P.: *Logistyka*. PWE, Warszawa 2001.
- [17] Kisperska – Moroń D, Krzyżaniak S.(red.): *Logistyka*. ILiM, Poznań 2009.

## LOGISTIC SYSTEMS BUT SYSTEMS THEORY

### Abstract:

For several years, discussions are ongoing concerning the role of logistics in science. For many logistics should be embedded in systems theory. Abuse of concepts related to logistics is seen particularly in relation to logistics systems. The term "system" is often interpreted quite freely. According to the author one of the reasons for this is inaccurate to define the system, often resulting from ignorance of systems theory. The intent is to organize the logistics and trade systems theory.

**Keywords:** logistics, system theory, logistic systems