

Marian Brzeziński¹
Wojskowa Akademia Techniczna

Procesy projektowania systemów logistycznych²

Opracowanie poświęcone jest niezwykle ważnym, a jednocześnie bardzo złożonym zagadnieniom - procesom projektowania systemów logistycznych jako istotnej części inżynierii systemów. Jest to problem nie do końca zbadany tak w warstwie teoretycznej jak i w obszarze praktycznego zastosowania zasad projektowania. Tematyka opracowania jest aktualna, a podjęte w nim zagadnienia szczegółowe wpisują się w nurt badawczy rozwijany w wielu ośrodkach zajmujących się zagadnieniami logistycznymi.

Zasady projektowania systemów logistycznych

Przedmiotem projektowania jest system logistyczny, który jest hierarchiczny i funkcjonuje w ramach określonego nadsystemu oraz jego obiekty, przepływy dóbr materialnych i informacji oraz procesy logistyczne.

Przystępując do projektowania systemu logistycznego należy uwzględnić:

- branżę, strukturę i wielkość przedsiębiorstwa,
- rodzaj produkcji,
- strukturę produkcji i produktu,
- strukturę dostawców i odbiorców,
- wymagania odbiorców wewnętrznych i zewnętrznych w stosunku do poziomu obsługi logistycznej,
- koszty obsługi logistycznej.

Projektowanie systemów logistycznych łączy w sobie zagadnienia inżynierskie z biznesowymi. Powinno się charakteryzować myśleniem holistycznym (systemowym), podejściem interdyscyplinarnym i zespołowym oraz zastosowaniem modeli matematycznych i symulacji. Takie podejście jest niezwykle złożone, ale umożliwia osiągnięcie maksymalnego efektu funkcjonowania systemu logistycznego. Ponieważ jest on złożony stąd jego projektowanie wymaga zastosowania zasad i praw z wielu dziedzin nauki, m.in.: teorii systemów, badań operacyjnych, modelowania systemów, teorii organizacji i zarządzania, ekonomii, controllingu, informatyki, maszynoznawstwa, eksploatacji maszyn i urządzeń technicznych, a także prawa, socjologii i ergonomii.

W przedmiocie projektowania systemów logistycznych w przedsiębiorstwie można spotkać się z następującymi zadaniami:

- projektowanie systemów logistycznych w istniejącym przedsiębiorstwie, które dotychczas nie posiadało takiego rozwiązania,
- projektowanie usprawniania funkcjonującego w przedsiębiorstwie systemu logistycznego,
- projektowanie systemu logistycznego jako części nowo tworzonego przedsiębiorstwa,
- projektowanie obiektów logistycznych,
- projektowanie przepływu dóbr materialnych i informacji w systemie logistycznym,
- projektowanie procesów logistycznych.

W każdym z wymienionych przypadków będziemy mieli do czynienia z podobnymi zasadami i etapami postępowania, z tym, że głębokość konkretyzacji projektowania systemu może być różna. Projektowanie można ograniczyć do stworzenia ogólnej struktury systemu logistycznego lub pogłębić stopień uszczegółowienia o projekty obiektów, procesów przepływu lub transformacji strumienia dóbr materialnych i informacji. Do rozwiązania szczegółowych zagadnień projektowych należy zastosować badania operacyjne. Spośród metod badań operacyjnych można wykorzystać przede wszystkim modele programowania sieciowego oraz masowej obsługi. Mogą one być zastosowane, np. do projektowania systemów: magazynowania, transportu, przeladunków, zaopatrywania, dystrybucji, centrów logistycznych, terminali itp.

Projektowanie systemów logistycznych w oparciu o modele programowania sieciowego oraz masowej obsługi umożliwia minimalizację kosztów tworzenia systemu oraz jego eksploatacji.

W systemach (obiektach) logistycznych płyną strumienie dóbr materialnych, które najczęściej są opisywane charakterystykami stochastycznymi.

Charakterystyki te, ze względu na liczbę czynników mających na nie wpływ, można jedynie szacować w celu wykorzystania ich jako danych projektowych. Ponieważ zawsze w trakcie projektowania pozostaje pewien stopień niepewności, należy stosować odpowiednie współczynniki, które go zmniejszą.

¹ Dr hab. inż. M. Brzeziński, prof. WAT, Dyrektor Instytutu Logistyki Wojskowej Akademii Technicznej.

² Artykuł recenzowany.

Projektowanie systemów logistycznych można realizować metodą odgórną (*top-down*) wychodząc z określenia celów globalnych i ogólnego funkcjonowania logistyki, a następnie przejść do uszczegółowienia jego elementów lub metodą oddolną (*bottom-up*), która polega na analizie czynności a następnie łączeniu w procesy logistyczne. W praktyce projektowej powinno się stosować połączenie obydwu podejść.

Systemy logistyczne mogą być projektowane w sposób sekwencyjny lub metodą współbieżną. Równoczesna praca wielu zespołów skraca czas projektowania ale i stwarza większe możliwości popełniania błędów tak na etapie projektowania jak i wdrożenia. W celu utworzenia systemu logistycznego można utworzyć zespoły do zaprojektowania poszczególnych podsystemów: transportu, magazynowania, zagospodarowywania odpadów i zarządzania oraz zespół, który połączy je w całość. Istotnym problemem tego ostatniego będzie zaprojektowanie styków pomiędzy podsystemami logistycznym i otoczeniem oraz powiązanie ich w jeden wariantowy projekt.

W procesie projektowania systemu logistycznego mamy ciągle do czynienia z podejmowaniem wielu decyzji. Repertuar decyzji podejmowanych w procesie projektowania systemów logistycznych przedstawiono w tabeli 1.

Tab. 1. Repertuar decyzji podejmowanych w procesie projektowania systemów logistycznych [4].

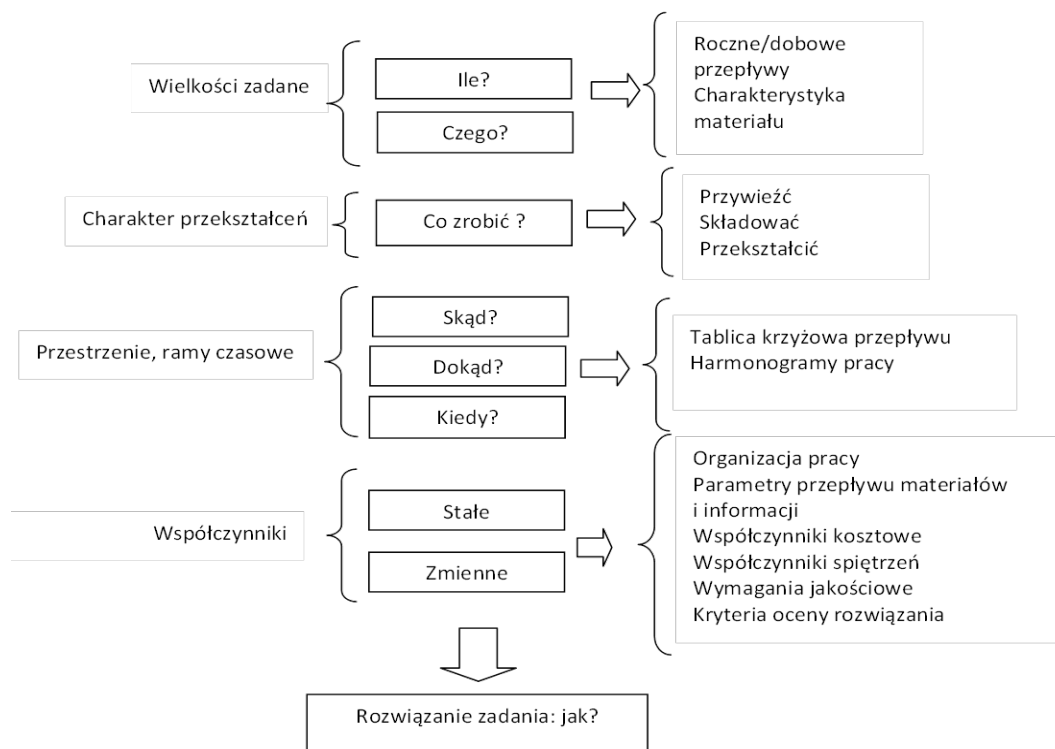
Komponent	Składowe decyzji	
A. Transport	(1) (2)	Wybór rodzaju i środka transportu Ustalanie tras przejazdu
B. Zapasy	(1) (2) (3) (4)	Strategia składowania Rejestracja dokumentów Zamawianie Krótkoterminowe prognozowanie sprzedaży
C. Świadczone usługi	(1) (2)	Potrzeby i oczekiwania Odpowiedź na potrzeby i oczekiwania
D. Składanie zamówień/przepływ informacji	(1) (2) (3)	Procedury zamawiania Przetwarzanie informacji Analiza danych
E. Magazynowanie	(1) (2) (3) (4)	Przydzielenie przestrzeni Rozplanowanie sfery składowania i doków przeładunkowych Rozmieszczenie asortymentu Konfiguracja magazynu
F. Transport wewnętrzny	(1) (2) (3) (4)	Wybór wyposażenia Rozmieszczenie wyposażenia Komis jonowanie Składowanie / podejmowanie
G. Pakowanie w celu	(1) (2) (3)	Przemieszczania Składowania Ochrony
H. Harmonogramowanie produkcji	(1) (2)	Zagregowanie wielkości produkcji Sekwencjonowanie / planowanie czasowe produkcji
I. Rozmieszczenie obiektów logistycznych	(1) (2)	Lokalizacja, liczba i rozmiar obiektów Przydział zapotrzebowania do obiektów

Każdy wariant projektowanego systemu logistycznego jest jego alternatywnym rozwiązaniem, a ich liczba jest bardzo duża. Decyzje podejmowane na kolejnych etapach projektowania implikują liczbę potencjalnych ścieżek projektowych.

Proces projektowania systemów logistycznych

Aby sformułować zadania projektowe systemu (obiektu) logistycznego należy zebrać dane i odpowiedzieć na określone pytania. Zadanie projektowe systemu (obiektu) logistycznego przedstawiono na rysunek 1.

Istotnymi informacjami projektowymi są dane związane z wielkością strumieni przepływu dóbr materialnych w systemie (obiekcie) logistycznym a zwłaszcza ich intensywnością jako przeciętną liczbą jednostek ładunkowych (opakowań, masy) w określonym czasie. Ich określenie jako danych projektowych jest niezwykle złożone, nie zawsze możliwe i konieczne. Intensywność strumieni przepływu dóbr materialnych można określić na podstawie analizy statystycznej danych historycznych w przypadku funkcjonującego systemu (obiektu) lub oszacowania gdy jest on nowo projektowany. W praktyce można przyjąć do projektowania przeliczone średnie roczne wartości przepływu dóbr materialnych na dobę (tydzień, dekadę, miesiąc).



Rys. 1. Zadania projektowe systemu (obiektu) logistycznego [5].

Na każdym etapie projektowania systemu (obiektu) logistycznego należy potwierdzić zasadność techniczno-ekonomiczną poprzez porównanie uzyskanych wyników z planowanymi parametrami a w przypadku ich niezgodności korygowanie poprzez powroty iteracyjne do wcześniejszych etapów projektu.

W procesie projektowania systemów (obiektów) logistycznych można wyróżnić następujące etapy i czynności (tabela 2).

Tab. 2. Etapy i czynności procesu projektowania systemów (obiektów) logistycznych [3].

Etap	Nazwa etapu	Czynności
1	2	3
I.	Ustalenie uwarunkowań zewnętrznych, zdefiniowanie problemu (zadania) oraz określenie wzorca jakości projektowanego systemu	<ul style="list-style-type: none"> — określenie celu projektowania i jego funkcji użytkowych; — uzasadnienie biznesowe projektu systemu; — określenie ilości i struktury strumieni wejść i wyjść z systemu; — określenie wzorca jakości systemu; — określenie ograniczeń finansowych, technicznych, prawnych i ekologicznych.
II.	Opracowanie koncepcji systemu	<ul style="list-style-type: none"> — identyfikacja strumieni przepływu dóbr materialnych i informacji w systemie; — opis procesów transformacji dóbr materialnych i informacji; — ustalenie potrzeb magazynowych oraz sposobów składowania dóbr materialnych i parametrów magazynowania; — ustalenie potrzeb środków transportowych, technologii transportu oraz parametrów dróg transportowych; — ustalenia parametrów procesów logistycznych; — ustalenie kosztów procesów logistycznych; — ustalenie sposobów zarządzania systemem.
III.	Analiza i ocena wariantów systemu	<ul style="list-style-type: none"> — analiza funkcjonowania systemów; — ocena systemu w aspekcie kosztów, możliwości technicznych, czasu, parametrów procesów zarządzania i wykonawczych; — wybór najkorzystniejszego wariantu systemu.
IV.	Wdrażanie wybranego wariantu oraz opracowanie technologii funkcjonowania systemu	<ul style="list-style-type: none"> — szczegółowa analiza wybranego wariantu systemu; — opracowanie technologii realizacji procesów wykonawczych; — określenie technologii przepływu informacji; — opracowanie technologii procesów zarządzania.

W dalszej części rozdziału zostaną przedstawione zagadnienia projektowania ogólnej struktury systemu logistycznego, usprawniania systemu logistycznego, w przedsiębiorstwie oraz przepływu dóbr materialnych.

Projektowanie ogólnej struktury systemu logistycznego

Specyficznym zagadnieniem jest projektowanie systemu logistycznego w przedsiębiorstwie, które nie posiada takiego rozwiązania. Podstawową przesłanką projektowania i wdrożenia rozwiązań logistycznych są spodziewane korzyści polegające na poprawie skuteczności i efektywności funkcjonowania przedsiębiorstwa. Istotą projektu jest zintegrowanie rozproszonych czynności zaliczonych do logistycznych w danym przedsiębiorstwie. Ponieważ logistyka coraz częściej jest traktowana jako jeden z strategicznych filarów przedsiębiorstwa umożliwiający osiągnięcie przewagi konkurencyjnej, chodzi nie tylko o zintegrowane czynności w jednym systemie, ale również podniesienie jej znaczenia.

Projektowanie i wdrażanie systemu logistycznego wiąże się więc z restrukturyzacją przedsiębiorstwa i dotyczy wszystkich sfer jego funkcjonowania.

W takim przypadku mamy do czynienia z następującymi zadaniami:

- projektowaniem systemu logistycznego,
- projektowaniem włączenia systemu logistycznego do struktury przedsiębiorstwa,
- oceną rozwiązań projektowych.

Proces projektowania systemu logistycznego powinien być poprzedzony:

- określeniem celów, miejsca i roli projektowanego systemu w strategii przedsiębiorstwa oraz jego zadań,
- rozpoznaniem rozwiązań logistycznych zastosowanych w podobnych przedsiębiorstwach,
- określeniem kryteriów oceny projektowanego systemu,
- określeniem budżetu projektowanego systemu.

Projektowanie systemu logistycznego składa się z:

- analizy identyfikacyjnej obszarów przedsiębiorstwa, w których dotychczas były realizowane czynności logistyczne i kto za nie odpowiadał,
- inwentaryzacji obiektów infrastruktury logistycznej oraz środków transportu, maszyn i urządzeń przedsiębiorstwa w aspekcie wykorzystania ich do tworzenia systemu logistycznego,
- analizy identyfikacyjnej zasobów ludzkich pod kątem ich zatrudnienia w tworzonego systemie logistycznym,
- oceny sił i środków przedsiębiorstwa w aspekcie potrzeb tworzonego systemu logistycznego,
- określenia funkcji systemu logistycznego,
- podziału systemu logistycznego na podsystem zarządzania i wykonawczy,
- opracowania procesów zarządzania i wykonawczych systemu logistycznego oraz zaprojektowanie powiązań między nimi.

Istotnym problemem projektowym jest włączenie systemu logistycznego w strukturę organizacyjną przedsiębiorstwa. Jego rozwiązanie wiąże się z:

- projektowania powiązań informacyjnych systemu logistycznego z innymi funkcjami przedsiębiorstwa,
- włączenie systemu logistycznego w proces zarządzania przedsiębiorstwem,
- określenie powiązań informacyjnych i materiałowych z dostawcami, odbiorcami i kooperantami oraz innymi elementami otoczenia,
- projektowanie procesu współdziałania z innymi funkcjami przedsiębiorstwa w aspekcie realizacji procesów logistycznych.

Końcowym etapem tworzenia ogólnej struktury systemu logistycznego powinna być ocena rozwiązań, która polega na:

- porównaniu uzyskanych rezultatów z założeniami projektowymi,
- ustalenie źródeł i przyczyn rozbieżności,
- eliminowanie wad zaprojektowanego systemu logistycznego.

Ponieważ wdrożenie systemu logistycznego będzie oddziaływać na wszystkie funkcje przedsiębiorstwa dlatego powinno ono być szczególnie starannie przygotowane i w bardzo krótkim czasie zrealizowane.

Projektowanie usprawniania systemu logistycznego w przedsiębiorstwie

Podstawowym zadaniem działalności logistycznej jest zapewnienie użyteczności miejsca i użyteczności czasu dostępności towarów. Ograniczeniem lub wręcz barierą w realizacji wymienionych podstawowych zadań będzie niewłaściwa konfiguracja systemu logistycznego przedsiębiorstwa.

Niewłaściwa konfiguracja systemu logistycznego prowadzi do podwyższenia kosztów działalności logistycznej oraz obniżenia poziomu obsługi klientów. W takiej sytuacji powinna być podjęta decyzja o usprawnieniu funkcjonowania systemu logistycznego firmy. Jest to zagadnienie złożone posiadające interdyscyplinarny charakter i z tego względu usprawnianie systemu logistycznego wymaga wieloaspektowej analizy.

Działalność logistyki odbywa się w bardzo dynamicznym otoczeniu, dlatego stan systemu logistycznego powinien być ciągle monitorowany, analizowany i oceniany. Określony poziom niedostosowania systemu logistycznego firmy do warunków otoczenia będzie podstawową przesłanką do podejmowania decyzji o jego usprawnieniu.

Celem usprawniania systemu logistycznego przedsiębiorstwa jest poprawa efektywności procesów logistycznych oraz poprawa wizerunku firmy na rynku. Efektem usprawnienia systemu logistycznego może być: ograniczenie liczby obiektów np. poprzez ich konsolidację, zmiana ich lokalizacji lub rozbudowa systemu poprzez zwiększenie liczby eksploatowanych obiektów dystrybucyjnych. Zasadniczym kryterium zmian jest zwiększenie skuteczności funkcjonowania systemu logistycznego oraz minimalizacja całkowitych kosztów logistycznych przy zachowaniu pożądanego poziomu obsługi klientów.

W krótkim okresie czasu system logistyczny firmy i położenie jego kluczowych obiektów są stałe i menedżer logistyki musi działać w ramach ograniczeń z tego wynikających. W takim przypadku można poprawić funkcjonowanie systemu logistycznego poprzez: zmianę wyboru dostawców i przewoźników lub renegocjowanie z nimi umów, usprawnienie realizacji zamówień oraz procesów magazynowych i manipulacji towarami.

Należy sobie zdawać sprawę z tego, że decyzje podejmowane w przedsiębiorstwie dzisiaj w zakresie projektowania systemu logistycznego i rozmieszczenia obiektów w jego ramach będą miały reperkusje w przyszłości. Optymalna lokalizacja obiektu dziś, może nią nie być w przyszłości, czego konsekwencją będą ponoszone w przyszłości koszty we wszystkich obszarach funkcjonowania przedsiębiorstwa, w tym także w logistyce. Decydując o lokalizacji obiektu logistycznego należy więc wziąć pod uwagę prognozowane warunki gospodarowania oraz zapewnienie określonej elastyczności systemu logistycznego przedsiębiorstwa w dostosowaniu do zmieniającego się otoczenia.

Do podstawowych przesłanek usprawniania systemu logistycznego należą:

- zmieniające się wymagania klientów w stosunku do usług logistycznych,
- zmiany na rynkach zaopatrzenia i zbytu, np. na skutek migracji ludności, ekspansji na nowe rynki, pojawienie się nowych źródeł zaopatrzenia,
- zmiany własności firm w drodze fuzji, przejęć lub sprzedaży,
- wysokie koszty działalności logistycznej,
- naciski ze strony konkurencji,
- poważne zmiany w firmie, np. ograniczenie skali działalności, rozszerzenie palety produkowanych wyrobów.

Sformułowanie zadania zmierzającego do usprawnienia systemu logistycznego przedsiębiorstwa poprzedza diagnoza jego stanu.

Celem diagnozy jest ustalenie zasadniczych braków w funkcjonowaniu systemu logistycznego, stopnia przygotowania systemu do realizacji zadań, porównanie potrzeb z potencjalnymi możliwościami i ocena konsekwencji zastosowanych nowych metod, środków technicznych oraz struktur. W procesie projektowania należy dobrać takie metody, środki i organizację realizacji zadań, ze zbioru zadań, które najlepiej spełniają ustalone wymagania.

Model systemu diagnostyczno-wdrożeniowego przedstawiono na rysunku 2. Wyodrębniono w nim system diagnostyczny, składający się z podsystemów: pomiarowego i ocenowego oraz system wprowadzania zmian, utworzony z podsystemów: decyzyjnego i realizacji zmian.

W celu uzyskania zbioru informacji $I_s(t)$ o systemie diagnozowanym niezbędne jest opracowanie dla podsystemu pomiarowego metod pomiaru oraz technik pomiarowych. Szczególnie ważne znaczenie mają procesy ocenowe. Wejściowymi informacjami do podsystemu ocenowego są: zbiór informacji o systemie diagnozowanym $I_s^p(t)$ uzyskany w wyniku pomiarów, zbiór wskaźników ocenowych M_O oraz kryteriów ocenowych K_O . Ocenianie polega na określaniu wskaźników ocenowych, wyników pomiarów i porównanie ich z kryterium ocenowym.

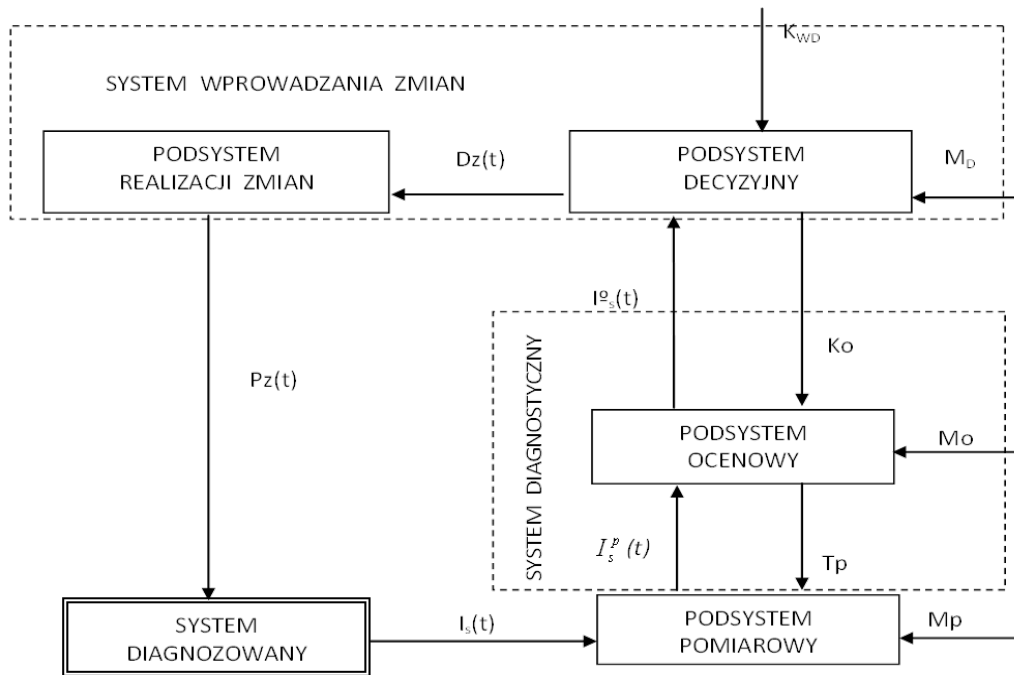
Pomiary i oceny są zwykle obciążone błędami identyfikacyjnymi, informacyjnymi i innymi. Ponadto oceny są zmienne w czasie, ponieważ zmienne są wyniki pomiarów oraz kryteria ocenowe.

Wejściowymi informacjami do podsystemu decyzyjnego są: zbiór informacji ocenowych $I_s^o(t)$, zbiór modeli decyzyjnych M_D oraz zbiór kryteriów wyboru decyzji optymalnych K_{WD} . W wyniku procesu realizowanego w podsystemie decyzyjnym powstają decyzje dotyczące zmian systemu diagnozowanego $D_Z(t)$, których wprowadzenie zapewnia podsystem realizacji zmian dostarczających określonych procedur ich wdrożenia $P_Z(t)$.

System diagnostyczno-wdrożeniowy może być nie tylko wykorzystywany do diagnozy stanu obiektu badanego, ale również dostarczać informacji (prognoz) w jego przyszłości.

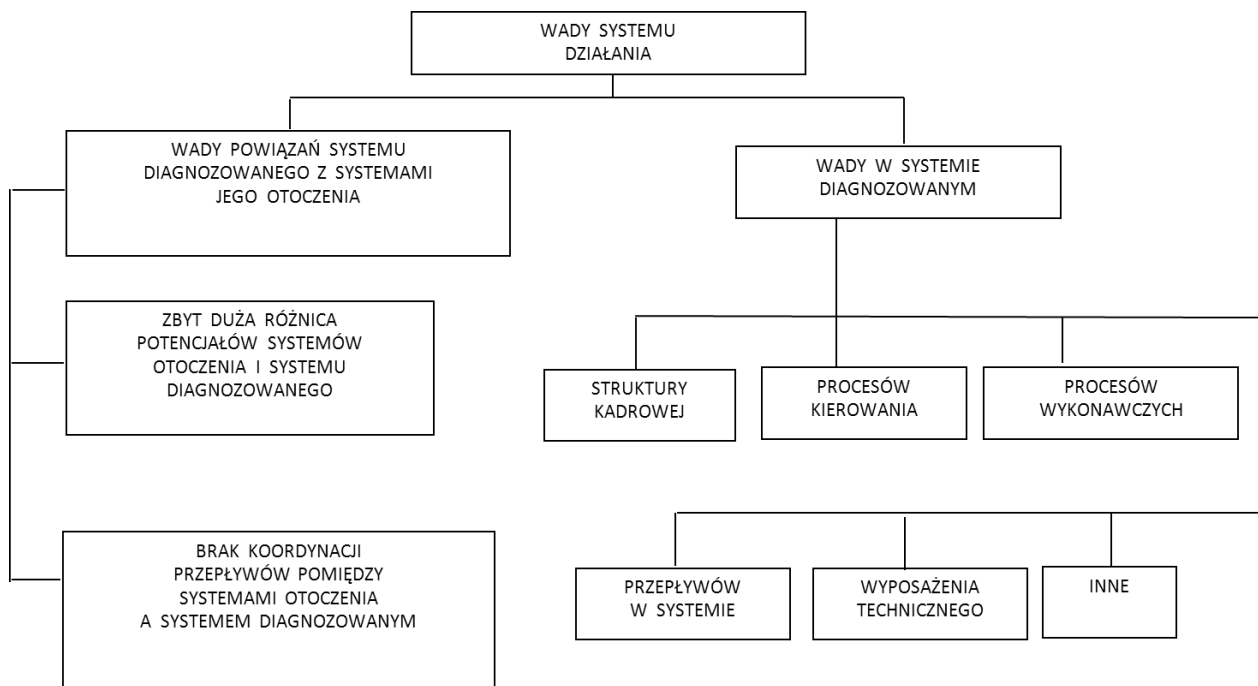
Efektem diagnozowania systemu działania będzie identyfikacja jego wad, które przedstawiono na rysunku 3.

Wady systemów działania powstają zazwyczaj już w fazie ich projektowania i budowy, ale najczęściej ujawniają się dopiero podczas ich funkcjonowania. Niektóre z nich są nieusuwalne. Usunięcie wady systemowej wymaga czasu i nakładów finansowych.



- $I_s(t)$ – informacje o systemie diagnozowanym;
- T_p – techniki pomiarowe;
- M_p – metody pomiaru;
- $I_s^p(t)$ – wyniki pomiarów;
- K_o – kryteria oceny;
- M_o – wskaźniki ocenowe;
- $I_s^o(t)$ – oceny systemu diagnozowanego;
- K_{WD} – kryteria wyboru decyzji;
- M_D – modele decyzji;
- $D_z(t)$ – decyzje dotyczące zmian;
- $P_z(t)$ – procedury wdrażania zmian w systemie diagnozowanym

Rys. 2. Model systemu diagnostyczno-wdrożeniowego systemu logistycznego [2].



Rys. 3. Wady systemu logistycznego (wariant) [2].

Jeżeli kierownictwo przedsiębiorstwa wyrazi wolę usprawnienia funkcjonującego systemu logistycznego, powinno powołać zespół ds. modernizacji (odpowiedzialny za diagnozowanie, ocenę funkcjonowania wdrożonego systemu) oraz określić swoje oczekiwania (kryteria projektowe) w stosunku do zmodernizowanej sieci logistycznej (parametry i cele modernizacji).

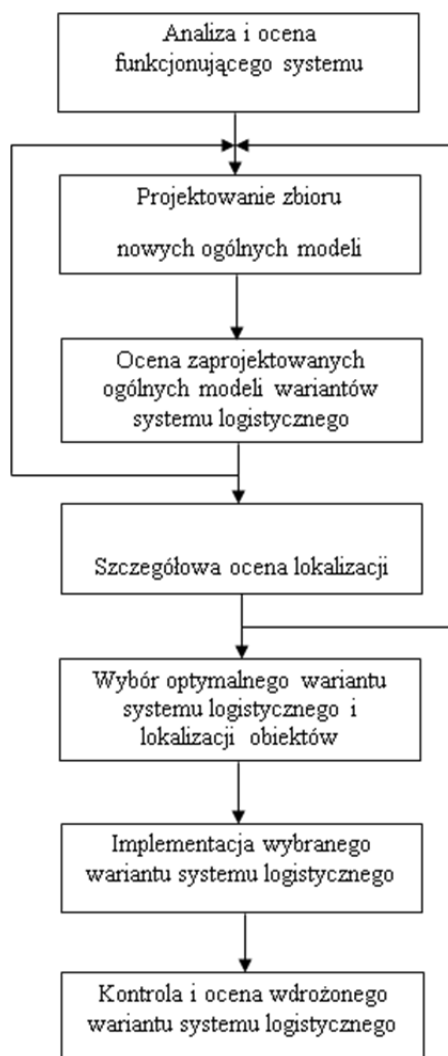
Proces usprawniania systemu logistycznego składa się z następujących etapów (rysunek 4): analizy i oceny funkcjonującego systemu, zaprojektowania zbioru nowych wariantów i ich oceny, oceny lokalizacji obiektów, wyboru optymalnego wariantu i lokalizacji obiektów, wdrożenia wybranego wariantu oraz kontroli i oceny funkcjonowania wdrożonego wariantu systemu logistycznego.

Analiza i ocena stanu funkcjonującego systemu logistycznego powinna obejmować następujące, najważniejsze elementy:

- poziom obsługi klientów i jej różnorodnych aspektów, a wśród nich: czas, gotowość, jakość, niezawodność i elastyczność dostawy oraz dostępność informacji,
- koszty logistyczne, ich komponenty, poziom i struktura,
- kluczowe obszary działalności i ich potencjał logistyczny,
- uwarunkowania funkcjonowania systemu logistycznego,
- usługodawców logistycznych.

W wyniku analizy i oceny systemu logistycznego powinno się sformułować następujące, najważniejsze wnioski dotyczące:

- wymagań klientów i kluczowych determinant otoczenia,
- najważniejszych celów i zadań logistycznych,
- konfiguracji aktualnej sieci logistycznej i pozycji firmy w łańcuchach dostaw,
- wzorcowych lub docelowych wielkości kosztów logistycznych i kluczowych mierników wyników osiąganych w działalności logistycznej,
- identyfikacji luk między aktualnymi a pożądanymi wynikami jakościowymi i ilościowymi w działalności logistycznej,
- kluczowych celów modernizacji sieci logistycznej.



Rys. 4. Etapy procesu usprawniania systemu logistycznego [1].

Projektowanie modeli systemu logistycznego polega na określeniu liczby obiektów logistycznych i ich lokalizacji, liczby dróg łączących obiekty logistyczne i ich przebiegu, rodzaju transportu wykorzystywanego do realizacji przewozów, rodzaju centrów dystrybucji (magazynów), ilości i rodzaju produktów magazynowanych i przemieszczanych w systemie logistycznym zakresu outsourcingu.

Ponieważ większość elementów określanych w procesie usprawniania systemu logistycznego jest zmienna, stąd liczba wariantów modeli systemu logistycznego firmy może być duża. Po dokonaniu wstępnego wyboru możliwych wariantów usprawniania systemu logistycznego należy dokonać ich oceny testując ich zachowanie za pomocą odpowiednich modeli ilościowych w aspekcie zmian podstawowych parametrów logistycznych. Ich wynikiem powinno być określenie ograniczonego zbioru wariantów systemu logistycznego wraz z potencjalnymi rejonami (miast, regionów) lokalizacji obiektów logistycznych.

Następnym etapem procesu usprawniania systemu logistycznego powinno być dokładne określenie lokalizacji obiektów logistycznych w przyjętych wariantach systemów logistycznych.

Lokalizacja obiektów logistycznych polega na wybraniu miejsca usytuowania zakładów produkcyjnych, magazynów, punktów sprzedaży hurtowej i detalicznej, centrów logistycznych i usługowych itp., a więc tych punktów, w których materiały, półfabrykaty, czy produkty gotowe zatrzymują się tymczasowo w drodze do ostatecznego odbiorcy.

Do głównych czynników oceny i wyboru miejsca lokalizacji obiektów logistycznych należą:

- koszty robocizny w danym regionie,
- koszty magazynowania i transportu,
- wymagany czas realizacji zamówienia,
- infrastruktura (drogi o twardej nawierzchni, linie kolejowe, drogi wodne śródlądowe, lotniska),
- bliskość rynków i klientów,
- podatki i bodźce rozwoju regionalnego.

Znaczenie głównych czynników wyboru lokalizacji będzie się zmieniać zarówno w zależności od branży, jak i konkretnej firmy w danej branży. Jej celem jest wyeliminowanie rejonów, które nie nadają się do lokalizacji obiektów firmy z logistycznego punktu widzenia, a tym samym ograniczyć liczbę rozważanych wariantów systemów logistycznych.

Następnie kierownictwo firmy dokonuje wyboru konkretnego systemu i konkretnych miejsc lokalizacji obiektów logistycznych w jego ramach, z punktu widzenia jej zgodności z kryteriami projektowymi, które określają cele usprawnienia systemu logistycznego przedsiębiorstwa.

Kolejnym etapem procesu usprawniania systemu logistycznego jest jej implementacja. W jej ramach należy: dokonać wyboru właściwego momentu wdrożenia systemu logistycznego w przedsiębiorstwie, wybrać sposób i zakres wdrożenia systemu oraz trwale wkomponować system logistyczny w strukturę organizacyjną przedsiębiorstwa.

Ostatnim etapem procesu usprawniania systemu logistycznego jest jego monitorowanie poprzez system bieżącej kontroli i oceny funkcjonowania.

Podsumowanie

Projektowanie systemów logistycznych jest złożonym, a jednocześnie ważnym problemem. Łączy ono w sobie zagadnienia zarówno inżynierskie jak i biznesowe, co wymaga podejścia holistycznego i zastosowania zasad i praw z wielu dziedzin nauki. Stąd następne publikacje powinny zmierzać w kierunku zastosowania metod matematycznych i symulacji w projektowaniu systemów logistycznych.

Streszczenie

Artykuł zawiera charakterystykę projektowania systemów logistycznych. Przedstawiono w nim także proces projektowania systemów logistycznych, projektowanie ogólnej struktury systemu logistycznego oraz projektowanie usprawnienia systemu logistycznego w przedsiębiorstwie.

Design of logistics systems

Abstract

The article contains the characterization of the logistic systems design. In it also a process of the logistic systems design, designing the general structure of the logistic system and the design were described of streamlining the logistic system in the enterprise.

LITERATURA / BIBLIOGRAPHY

1. Brzeziński M., *Logistyka w przedsiębiorstwie*, WAT, Warszawa 2006.
2. Brzeziński M., *Systemy w logistyce*, WAT, Warszawa 2007.
3. Brzeziński M., Wasilewski A., *Projektowanie systemów logistycznych*, „Systemy Logistyczne Wojsk”, zeszyt 39, WAT, Warszawa 2013.
4. House R.G., Karrenbauer J.J., *Logistics System Modeling*, „International Journal of Physical Distribution and Materials Management” vol. 8, Issue 4, page 189–199, 1978.
5. Lewczuk K., *Metoda projektowania obiektów logistycznych w aspekcie harmonogramowania procesów transportu wewnętrznego*, Politechnika Warszawska, Warszawa 2010.