

# REINŻYNIERIA ORGANIZACJI PRZEPIYU DANYCH W TRANSPORCIE

## REFERENCE OF ORGANIZATION OF THE DATA FLOW IN TRANSPORT

**Marian KOPCZEWSKI**  
marian.kopczewski@interia.pl

Akademia Wojsk Lądowych  
Wydział Nauk o Bezpieczeństwie

**Witalis PELLOWSKI**  
witalis.pelloski@awl.edu.pl

Akademia Wojsk Lądowych  
Wydział Nauk o Bezpieczeństwie

**Adam JANUSZKO**  
adam.januszko@awl.edu.pl

Akademia Wojsk Lądowych  
Wydział Nauk o Bezpieczeństwie

### STRESZCZENIE

*Wiedza i technologia są siłami sprawczymi ewolucji społecznej, zrewolucjonizowanej ostatnio cywilizacją informacyjną. Niezwykle ważna jest umiejętność połączenia fachowości, intuicji i inwencji z zaawansowanymi formami technologicznymi. Cecha kreatywności jest potrzebna na wszystkich poziomach: gospodarczym, władzy, społeczeństwa, a ich funkcjonowanie zabezpiecza przeciw transport, którego funkcjonowanie uzależnione jest od nauki, inżynierii i technologii systemów.*

### SUMMARY

*Knowledge and technology are the driving forces of social evolution, recently revolutionized by information civilization. The ability to combine professionalism, intuition and invention with advanced technological forms is extremely important. The trait of creativity is needed at all levels: economic, power, society, and their operation is secured by transport, whose functioning depends on science, engineering and systems technology.*

*Słowa kluczowe: rozwój technologiczny, reinżynieria, modele przepływu, modelowanie, transport*

*Key words: technological development, reengineering, flow models, modeling, transport*

### WSTĘP

Zintegrowane systemy zarządzania transportem, w tym morskim, są dziedziną wybitnie interdyscyplinarną, wymagającą głębokiej wiedzy z zakresu: teorii zarządzania i organizacji przedsiębiorstw, informatyki, sieci komputerowych, baz (hurtowni) danych, a także ekonomiki przedsiębiorczości, czy też zagadnień teorii podejmowania decyzji – do tego musi być przygotowany przyszły inżynier informatyki organizujący lub pracujący w zarządzaniu transportem, znający zasady reinżynierii organizacji.

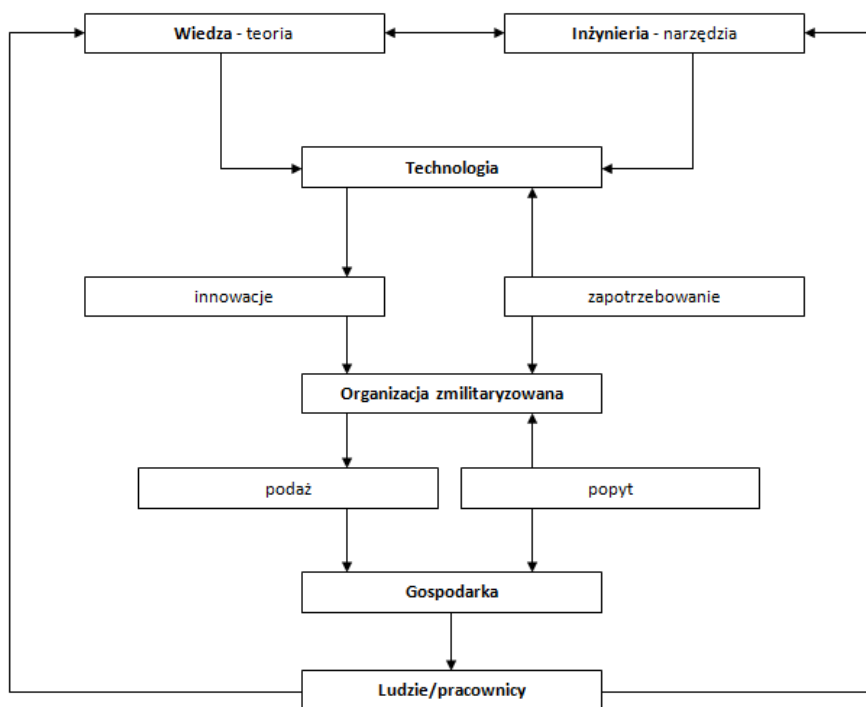
## 1. ELEMENTY ROZWOJU TECHNOLOGICZNEGO W TRANSPORCIE

Nie trzeba przypominać ogromnego wpływu, jaki na gospodarkę wywarły nauka, inżynieria i technologia (Sutton, Pleffer, 2002). Przypomnijmy natomiast ich definicje:

Nauka - jest to działalność intelektualna pozwalająca na precyzyjne stwierdzenia podlegające udowodnieniu lub sprawdzeniu. Nauka tworzy teorie potrzebne do rozwoju inżynierii i technologii, dąży do zrozumienia rzeczywistego świata: przestrzeni, materii i energii. Nauka jest częścią naszego kulturowego dziedzictwa. Wywarła przemożny wpływ na nasz pogląd na świat i na miejsce, jakie w nim zajmujemy.

Inżynieria – jest sztuką ukierunkowania sił natury na użytek i wygodę człowieka. Wykorzystuje zjawiska naturalne odkryte przez naukowców i sformułowane w teorii dla celów praktycznych, gospodarczych. Dostarcza narzędzi potrzebnych do rozwoju zarówno nauki, jak i technologii; stanowi „przełożenie” pomiędzy nauką i technologią.

Technologia – jest systematyczną wiedzą i działaniem w procesach przemysłowych pozwalającą na uzyskanie pożądaných celów. Dotyczy narzędzi i techniki, procesów realizacji planów. Przez technologie rozumiemy ogólne sposoby realizacji, np. produktów, urządzeń czy obiektów, w tym transportowych. Technologie określają zbiory podstawowych elementów składowych, które są w nich wykorzystywane, a następnie zbiory odpowiednich operacji, które na tych elementach należy wykonać, aby otrzymać pożądaný produkt czy obiekt. Technologia stanowi transformację wiedzy i narzędzi w korzyść społeczną. Opis ten można uszczegółowić przez pokazanie związków i sprzężenia zwrotnego istniejących pomiędzy podmiotami rozwoju technologicznego (Wawrzyniak, 2001), przedstawia to rysunek 1. Bez zapewnienia trzech kluczowych elementów postępu cywilizacyjnego: rozwoju nauki, technologii i innowacyjności nie będzie możliwe zbudowanie gospodarki opartej na wiedzy. Z punktu widzenia organizacji transportowej, podstawowym problemem nie jest wiedza sama w sobie, ale jej zastosowanie w praktyce.

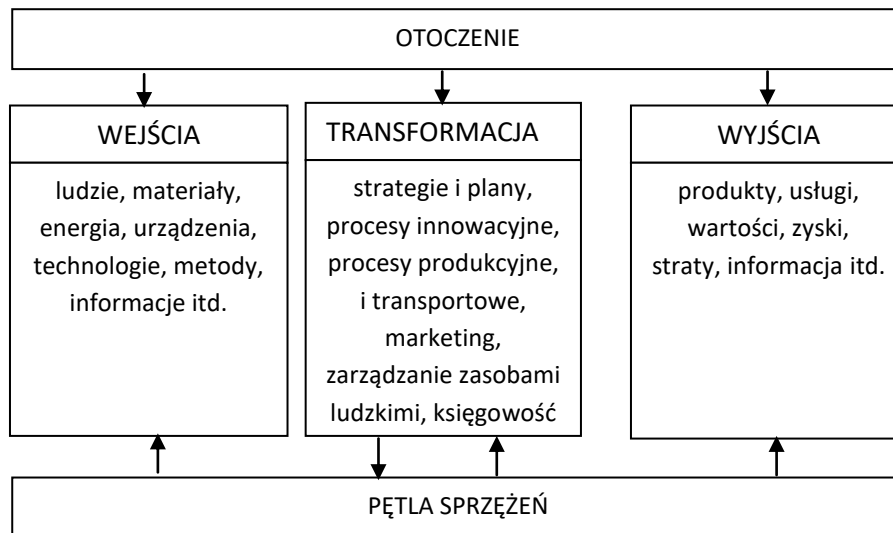


Rys. 1. Uczestnicy rozwoju technologicznego, usprawniającego funkcjonowanie transportu  
 Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Kopczewski, 2001.

Nowe technologie są przede wszystkim czynnikiem rozwoju gospodarczego. Ale nauka, wiedza i technologia są również niezbędne dla prawidłowego funkcjonowania społeczeństwa, dla jego dobrobytu. W działalności organizacji United Nations Development Programme nowe technologie stają się mocnym narzędziem rozwoju społecznego (Białko, 2005). Rozwój społeczny i rozwój technologiczny mogą się wzajemnie wzmacniać. Dzieje się to w znacznym stopniu przez edukację i rozwój umiejętności, które są niezbędne do efektywnego użycia technologii, szczególnie w systemach gospodarczych, a szczególnie transportowych, bez których gospodarka nie ma szans funkcjonowania.

## 2. REINŻYNIERIA ORGANIZACJI

Rozwój teorii organizacji i zarządzania, a szczególnie ich wspomaganie informatycznego obejmuje kilka różnych kierunków i koncepcji z których najważniejsze jest podejście systemowe. Podstawową zasadą tego kierunku jest traktowanie każdej organizacji gospodarczej jako systemu (rysunek 2).



Rys. 2. Organizacja w ujęciu systemowym

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Wrycza, 1999.

Organizacje gospodarcze, prowadzące działalność transportową, i są systemem (Michalski, 2005):

- otwartym, prowadzącym nieustanną wymianę energii, materii i informacji z otoczeniem;
- sztucznym i naturalnym;
- uporządkowanym systemami społeczno – technicznymi;
- mającym budowę hierarchiczną;
- mającym zdolność doskonalenia się.

Jednak zawsze podstawowym paradygmatem podejścia systemowego powinno być całościowe traktowanie organizacji tj. nie jako sumy elementów, lecz jako nową jakość, podawaną w całości globalnej, mającą swoją wewnętrzną strukturę. Dlatego niezależnie od projektu struktur organizacji, podstawowym elementem jej funkcjonowania jest reinżynieria organizacji – techniczna reorganizacja procesów działania (BPR – Business Process Reengineering) – filozofia mająca na celu wprowadzenie usprawnień (Kopczewski, 2008). Jej celem jest osiągnięcie stopniowej poprawy wyników działalności przez techniczną reorganizację procesów stanowiących istotę funkcjonowania organizacji, maksymalizację wartości dodanej, oraz minimalizację wszystkich zbędnych elementów. Dlatego podstawowym środkiem realizacji zasad reinżynierii organizacji jest wdrożenie w organizacji zintegrowanego systemu zarządzania transportem, co pociąga za sobą szereg zmian w tym projektowanie systemu. Projektowanie systemu reinżynierii wymaga stosowania różnych technik strukturalnych projektowania systemu. Jednym z nich, chyba najważniejszą,

jest modelowanie procesów systemu (struktury funkcjonalnej) wykorzystując Diagramy (techniki) przepływu danych.

### **3. MODELE (DIAGRAMY) PRZEPIYU DANYCH – DFD (DATA FLOW DIAGRAM)**

Obrazują one współzależności funkcji przez zdefiniowanie przepływu danych pomiędzy nimi oraz służą do przedstawienia modelu procesów w systemie, jak również związki między danymi i procesami, przepływ danych między procesami w systemie oraz światem zewnętrznym a systemem. DFD przedstawiają system na dowolnym poziomie szczegółowości. Do jego opisu używają następujących elementów (Sroka, 2005):

- obiekty zewnętrzne (terminatory, encje zewnętrzne, *external entities*) - reprezentują zewnętrzne w stosunku do analizowanego systemu źródła powstania i miejsca przeznaczenia informacji (te, które dostarczają i odbierają dane): KLIENT, DOSTAWCA, ODBIORCA, BANK i inne;
- składnice danych (magazyny, zbiory, *data stores*) - reprezentują miejsca przechowywania danych między procesami (dostępne są tylko z procesów). Zaistnienie składnicy w DFD ma sens wtedy, kiedy przechowywane tam dane służą realizacji co najmniej dwóch procesów [Wrycza]: wszelkiego rodzaju KARTOTEKI;
- procesy (funkcje, *proceses*) - definiują sposób wykonywania jednej lub więcej funkcji: program, procedura, algorytm, operacja ręczna czy zautomatyzowana (całkowicie lub częściowo) - wszystkie czynności wykonywane na danych;
- przepływy danych (strumienie, *data flows*) - przedstawiają obieg danych w systemie: powiązania pomiędzy procesami a innymi elementami DFD.

Najczęściej budowanie diagramu - dekompozycje procesów, wykonuje się w układzie hierarchicznym. Przyjmuje się przy tym znaną z psychologii zasadę 7 + 2, oznaczającą, iż możliwości percepcji człowieka przeciętnie pozwalają na rozumienie całości, składającej się z takiej liczby elementów oraz związków między nimi. W odniesieniu do DFD zasada ta oznacza umieszczenie na jednym diagramie maksymalnie około siedmiu procesów oraz związanych z nimi przepływów danych, składnic oraz terminatorów. Proces dekompozycji przebiega w układzie hierarchicznym, począwszy od diagramu kontekstowego do specyfikacji funkcji elementarnych, dalej niedekomponowalnych. Opracowanie diagramu kontekstowego staje się podstawą diagramu zerowego zwanego również systemowym. Umożliwia on rozpoczęcie procesu wyodrębniania diagramów na niższych poziomach hierarchii aż do specyfikacji procesów elementarnych. Istotnym elementem dekompozycji

jest utrzymanie jednolitej symboliki hierarchii procesów. Stosowany jest tu numeryczny kod dziesiętny, inicjowany kodami procesów w diagramie systemowym. Warto zauważyć, że gdyby na każdym poziomie, począwszy od zerowego, wyodrębnić 7 procesów, to na pierwszym poziomie byłoby ich 49, na drugim 343, na trzecim 2401, itd. (Kopczewski,2004). Przy takiej liczbie procesów globalny diagram przepływu danych przestałby już być dla kogokolwiek czytelny. Dekompozycja jest więc narzędziem opanowania złożoności systemu i jego opisu. Stopień złożoności systemu jest zróżnicowany i w jakimś zakresie można go mierzyć ilością poziomów hierarchii dekompozycyjnej (wyłączywszy poziom kontekstowy). I tak (Kopczewski, 2004):

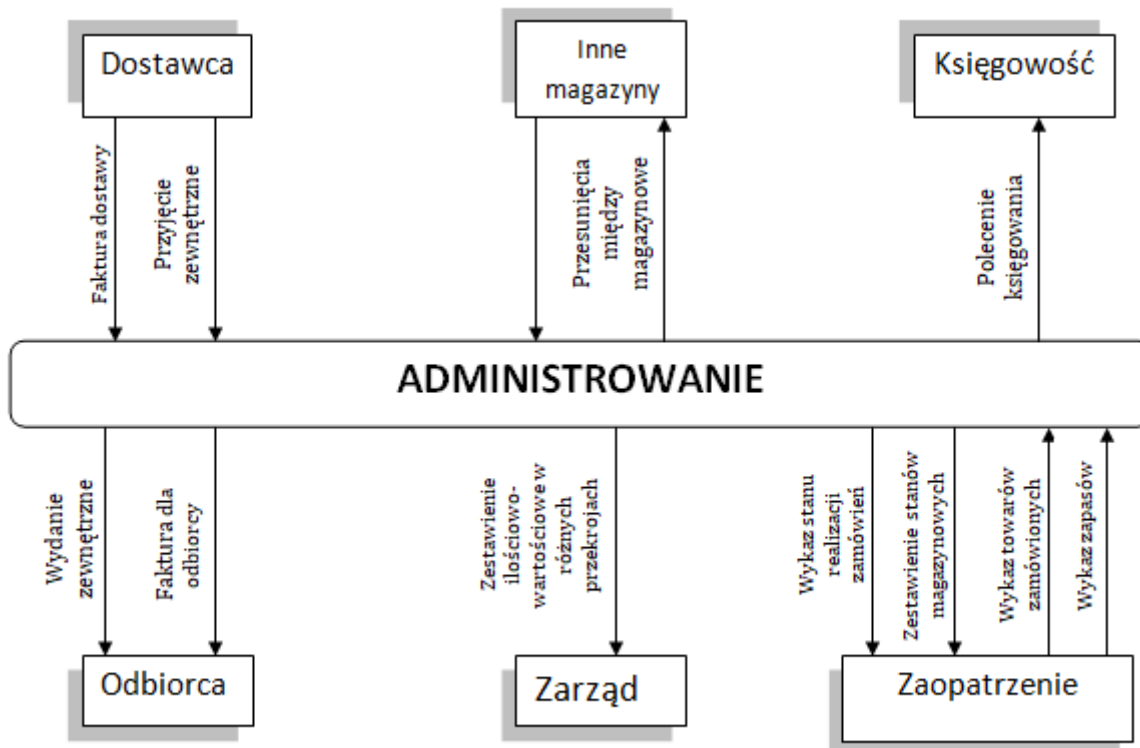
- System prosty liczy od 2 do 3 poziomów.
- System średnio złożony od 3 do 6 poziomów.
- System złożony od 6 do 8 poziomów.

Jeśli poszczególne ścieżki hierarchicznej dekompozycji są rozbudowane w danym DPD w różnym zakresie, można mówić o jego skośności. Biorąc pod uwagę stopień szczegółowości diagramów stosuje się: kontekstowe i zerowe (systemowe).

### **3.1. Diagram kontekstowy**

Definiuje on zakres i granice systemu, rysunek 3, oraz przedstawia on powiązania systemu z jego otoczeniem, czyli kontekstem, w którym system funkcjonuje. System przedstawiany jest jako pojedynczy proces. Na jego obwodzie przedstawia się terminatory, a w szczególnych przypadkach zewnętrzne składnice danych, powiązane bezpośrednio przepływami danych. Ze względów technicznych często znajduje tu zastosowanie zasada kilkakrotnego umieszczania tych samych terminatorów, zróżnicowanych oznaczeniami jak na rysunku 2. Przepływy do i z terminatorów przekraczają granice systemu. W trakcie tworzenia diagramu kontekstowego wykonywane są następujące czynności (Chmielarz, 1996):

- a) przedstawienie systemu w postaci jednego procesu;
- b) ustalenie wspólnie z użytkownikami zorientowanymi w specyfice dziedziny przedmiotowej, listy podstawowych zdarzeń - zapytań (operacji wejściowych) i związanych z nimi odpowiedzi (operacji wynikowych); stanowią one przepływy danych wiążące system z otoczeniem;
- c) określenie źródeł i przeznaczenia danych - są to terminatory oraz zewnętrzne składnice danych.



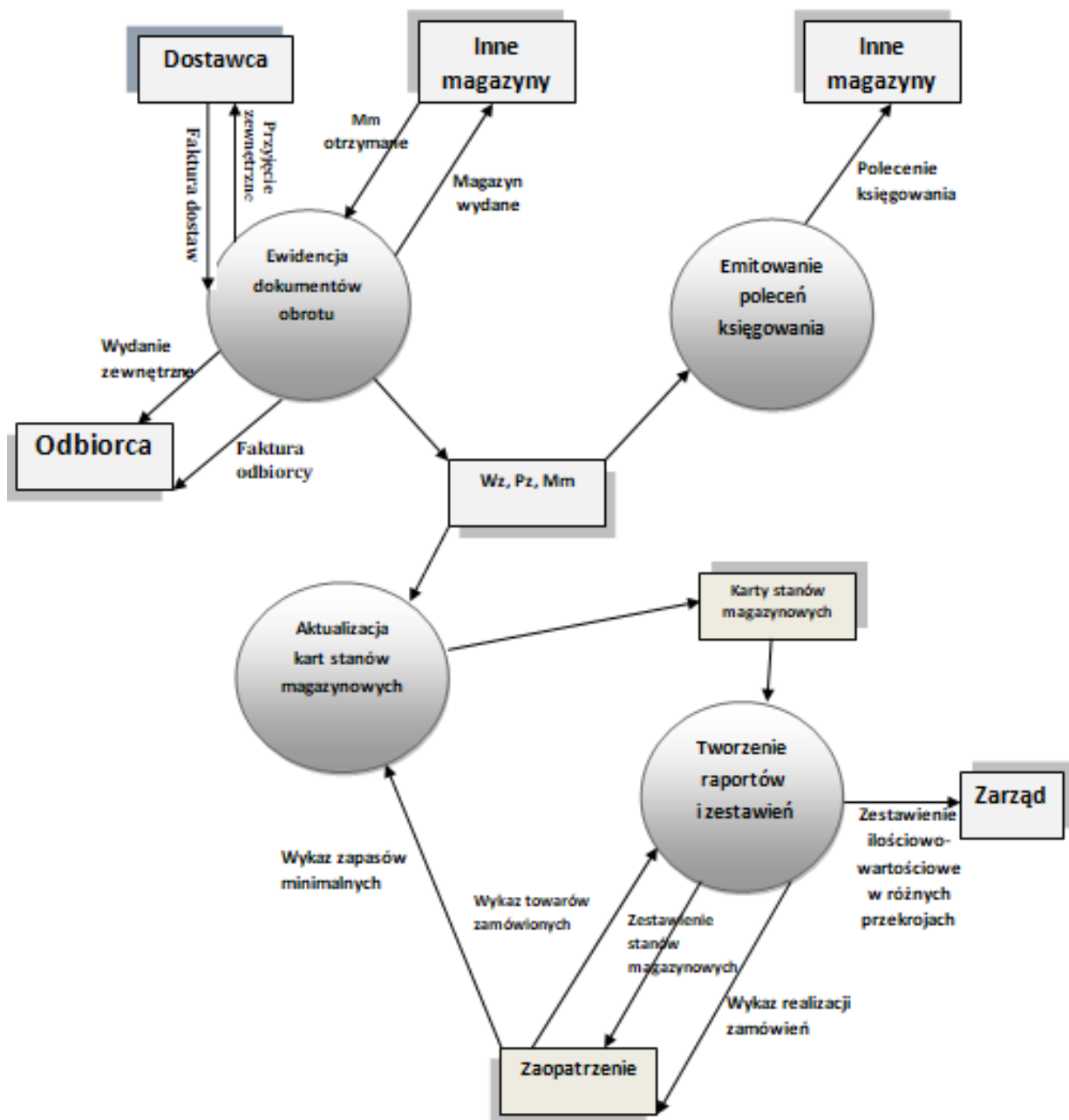
Rys.3. Diagram kontekstowy

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Chmielarz, 1996.

Dokładna realizacja tych czynności pozwala na opracowanie diagramu kontekstowego, zrozumiałego dla kierownictwa przedsiębiorstwa transportowego i będącego punktem wyjścia procesu dekompozycji w postaci hierarchii DPD. Tak przygotowany diagram stanowi swoistą „mapę terytorium” dziedziny przedmiotowej.

### 3.2. Diagram zerowy

Dekompozycja procesu w diagramie kontekstowym rozpoczyna się od stworzenia diagramu zerowego, (zwanego również systemowym), wynikającego bezpośrednio z diagramu kontekstowego. Decydująca jest tu dekompozycja jednego procesu z diagramu kontekstowego na kilka procesów. Są one agregatami dekomponowanymi dalej aż do funkcji elementarnych. Na poziomie zerowym wprowadza się też wewnętrzne składnice danych oraz przenosi terminatory z diagramu kontekstowego. Procesy, składnice danych oraz terminatory powiązane są z przepływami danych z diagramu kontekstowego. Rysunek 4 jest przykładem diagramu zerowego, wynikającego z diagramu kontekstowego, przedstawionego na rysunku poprzednim.



Rys.4. Diagram zeroowy

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Chmielarz, 1996.

### 3.3. Diagram szczegółowy (detailed DFD)

DFD zawiera dokładny obraz procesów i podsystemów. W trakcie dekompozycji diagramów obowiązuje zasada, iż tylko przepływy danych, które pojawiły się na poziomie zerowym mogą wystąpić na niższych poziomach hierarchii. DFD mogą być wykorzystywane do przedstawienia koncepcji systemu, a następnie poprzez uszczegóławianie do prezentacji całego systemu i jego modułów. Poprzez analizę kolejnych procesów i zbiorów danych oraz dostosowanie przepływów danych następuje uszczegółowienie modelu i coraz bardziej precyzyjny opis dynamiki systemu.



#### 4. ETAPY MODELOWANIA DFD

Następuje w nich - kolejno określenie (Kopczewski, 2008):

- procesu głównego (który będzie uszczegółowiony);
- procesów składających się na proces główny;
- magazynów danych;
- przepływów pomiędzy procesami a magazynami i obiektami zewnętrznymi.

Bez względu na rodzaj szczegółowości DFD obowiązują następujące zasady ich tworzenia:

- uchwycenie głównych procesów i ich uszczegóławianie jest odpowiedniejsze niż uogólnianie procesów elementarnych;
- przypisanie jednoznacznych nazw dla procesów, przepływów, składnic i encji;
- przestrzeganie, aby żadne dane nie wykorzystywane przez proces nie wpływały do niego samego;
- zapewnienie, aby każdy przepływ danych brał początek lub kończył się na procesie;
- konsekwentne wzywanie symboli i oznaczanie w odpowiedni sposób powtarzających się elementów;
- zapewnienie wewnętrznej spójności oraz spójności z innymi spokrewnionymi DFD;
- weryfikowanie DFD.

Najważniejsze praktyczne wskazówki realizacji strukturalnej analizy i projektowania systemów informatycznych przy użyciu diagramów przepływu danych przedstawić można w następujących punktach (Kopczewski, 2008):

1. Diagramy przepływu danych uporządkowane są w hierarchii: diagram kontekstowy, diagram zerowy (systemowy), procesy elementarne.
2. Diagramy pozwalają na opis systemów o różnym stopniu złożoności:
  - system prosty: od 2 do 3 poziomów;
  - system średnio złożony: od 2 do 5 poziomów;
  - system złożony - powyżej 5 poziomów.
3. Diagram nie może być większy niż format A4.
4. W dekompozycji procesów obowiązuje zasada 7+2.
5. Wszystkie kategorie występujące na poziomie n-1 muszą być pokazane na poziomie n (również w postaci zdekomponowanej).
6. Nazwy kategorii w określonej hierarchii diagramów są unikalne.
7. Nie nadaje się nazw przepływom do i ze składnicy danych .

8. Niedopuszczalne są przepływy między składnicami i pomiędzy terminatorami.
9. Składnica winna być użytkowana przez co najmniej dwa procesy.
10. Nie występują: procedury początku i końca, pętle, bloki decyzyjne, identyczne nazwy procesów i przepływów.
11. Strzałka do składnicy oznacza, że dokonuje się konkretnych zmian (wprowadzanie, aktualizacja, skreślanie).
12. Strzałka ze składnicy danych oznacza, że dane są czytane.
13. Diagram zawiera zarówno ręczne, jak i zautomatyzowane procesy.

#### **4.1. Modelowanie danych**

Metoda przepływu danych kładzie duży nacisk na funkcje, natomiast niewiele miejsca przywiązuje do struktury danych i ich gromadzenia. W pracach analitycznych i projektowych konieczna jest dokładniejsza charakterystyka atrybutów encji i struktur baz danych. Istotnym elementem analizy i projektowania jest modelowanie danych, przedstawienie ich struktury i określenie związków pomiędzy poszczególnymi encjami i ich atrybutami, istotnymi z punktu widzenia funkcjonowania systemu. Do tego celu wykorzystuje się diagramy powiązań danych – ERD (Entity Relationship Diagram) obiekt-atrybut-związek, które obrazują statyczną strukturę systemu (Kobza 2002). Diagramy związków encji przekształcają rzeczywisty świat na zbiory encji oraz relacji zachodzących między nimi. Znajdują one szerokie zastosowanie w projektowaniu baz danych, zwłaszcza przy analizie zależności funkcyjnych, usuwaniu problemów związanych z redundancją danych oraz przy organizacji struktury bazy. Technikę tą wykorzystuje się również przy projektowaniu i specyfikacji oprogramowania nie tylko na etapie dotyczącym projektu baz danych, ale i przy projekcie i analizie poszczególnych modułów oprogramowania.

#### **4.2. Kontrola i weryfikacja modeli procesów i danych**

Sporządzone modele funkcji, procesów i danych muszą być zweryfikowane i sprawdzone z punktu widzenia prawidłowości, kompletności oraz spójności. W celu otrzymania spójnego i kompletnego modelu systemu zaleca się ścisłą integrację modelowania danych, modelowania funkcji i procesów oraz ścisłą synchronizację opisów procesów, przepływów, składnic i encji. Jest to zadanie szczególnie trudne w całym procesie budowy modelu dotychczasowego systemu, bądź systemu planowanego. Zapewnienie takiej synchronizacji ułatwiają narzędzia komputerowo wspomaganiej inżynierii oprogramowania CASE (Computer Aided Software Engineering). Wszystkie modele zdefiniowane w fazie analizy muszą być także obowiązkowo weryfikowane przez przyszłego użytkownika systemu.

Weryfikacja ta odbywa się najczęściej w kilku etapach i każda następna iteracja zbliża nas do modelu prawidłowo opisującego system rzeczywisty lub planowany.

## 5. PODSUMOWANIE

Wskazane techniki mogą być wykorzystywane zarówno do analizy istniejącego systemu, w celu określenia jego funkcji, efektywności i sprawności, jak również do zbierania, opisywania i modelowania funkcji oraz danych dla nowo realizowanego systemu. Umożliwiają one zakończenie analizy dokładną specyfikacją istniejącego lub projektowanego systemu. Specyfikacja taka charakteryzuje się następującymi cechami :

- potrzeb łatwe zapoznanie się zarówno z generalnymi, jak i bardzo szczegółowymi informacjami o systemie,
- jest łatwa w konserwowaniu i modyfikacji,
- jest czytelna, gdyż opiera się na notacji w układzie graficznym,
- przedstawia system na różnych poziomach szczegółowości, co umożliwia w zależności od jest łatwa do zrozumienia zarówno przez analityków, projektantów, jak i użytkowników, gdyż skoncentrowana jest na logicznych aspektach systemu,
- jest niezależna od przyjętych w przyszłości rozwiązań technologicznych,
- jest zwięzła i precyzyjna.

Przedstawione, wyniki analizy i modelowania pozwalają udowodnić tezę, że strukturalne techniki modelowania biznesu powinny stanowić przedmiot reinżynierii organizacji i nauczania dla przyszłych menedżerów transportu.

## LITERATURA

- Białko, M. (2005). *Sztuczna inteligencja i elementy hybrydowych systemów ekspertowych*. Koszalin.
- Chmielarz, W. (1996). *Systemy informatyczne wspomagające zarządzanie. Aspekt modelowy w budowie systemu*. Warszawa
- Kobza, Z. (2002). *Zintegrowane systemy zarządzania*. Opole.
- Kopczewski, M. (2001). *Modelowanie systemów informacyjnych badań naukowych*. Piekarski M. Wrocław – Świeradów.
- Kopczewski, M. (2004). *Inżynieria wymagań systemów informatycznych zarządzania logistyką*, Koszalin.
- Kopczewski, M. (2008). *Modelowanie inżynierii teleinformatyki. Wybrane zastosowania*, Koszalin.
- Kopczewski, M. (2006). *Narzędzia sztucznej inteligencji w procesie podejmowania decyzji*. Koszalin.
- Michalski, A. (2005). *Zarządzanie informacjami w przedsiębiorstwie. Systemy informatyczne i reinżynieria organizacji*. Gliwice 2001.

- Polonka, J. (1994). *system ekspercki dla oceny płynności finansowej banku komercyjnego*. Katowice.
- Sroka, H., (2005). *Systemy ekspertowe – komputerowe wspomaganie decyzji w zarządzaniu i finansach*. Katowice.
- Sutton, R., Pleffer J. (2002). *Wiedza a działanie .przeszkody w wykorzystaniu zasobów wiedzy w organizacji*. Kraków.
- Wawrzyniak, B. (2001). *Od koncepcji do praktyki zarządzanie wiedzą w przedsiębiorstwie*. Warszawa.
- Wrycza, S. (1999). *Analiza i projektowanie systemów informatycznych zarządzania*. Warszawa.