

Józef BENDKOWSKI  
Politechnika Śląska  
Wydział Organizacji i Zarządzania  
Instytut Zarządzania i Administracji

## **LOGISTYKA PRODUKCJI PROCESOWO ZORIENTOWANYCH HETEROGENICZNYCH SYSTEMÓW PRODUKCYJNYCH. W KIERUNKU NOWEGO PARADYGMATU**

**Streszczenie.** W artykule omówiono zagadnienia związane z potrzebą zmiany paradygmatu w logistyce produkcji. Podjęto próbę zdefiniowania pojęcia złożoność procesowo zorientowanych, heterogenicznych systemów produkcyjnych. Zagadnienia złożoności w logistyce produkcji rozpatrzono z punktu widzenia złożoności całego systemu, dynamiki zachowania systemu oraz występującej niepewności. Wskazano na przyczyny występowania złożonych systemów produkcyjnych. Na podstawie przeprowadzonych badań sformułowano kierunki zmiany paradygmatu dla logistyki produkcji. Artykuł zakończono wnioskami.

## **PRODUCTION LOGISTICS AS A PROCESS-BASED, HETEROGENEOUS PRODUCTION SYSTEM. TOWARDS A NEW PARADIGM**

**Summary.** The paper discusses relevant issues concerning the need of a paradigm shift in the production logistics. The complexity of the process-based, heterogeneous production systems was defined. The complexity in the production logistics were analyzed from the point of view of the system complexity, system dynamics and existing uncertainty. The reasons the complexity of production systems were determined. Based on results of empirical studies the author presented the reasons for the paradigm shift in production logistics. The paper was finished with conclusions.

## 1. Wstęp

Logistykę produkcji można definiować jako:

- podsystem systemu logistycznego przedsiębiorstwa, który realizuje określone zadania,
- dyscyplinę wiedzy, która przez badania ustala funkcje logistyczne, formułuje zasady, metody, techniki, instrumenty realizacji i regulacji sterowania procesami logistycznymi oraz właściwe logistyczne rozwiązania systemowe, zapewniające racjonalną, efektywną produkcję.

Podejście systemowe i upowszechnione w latach 80. XX wieku podejście procesowe zaowocowały pojawieniem się koncepcji łańcucha dostaw. Od lat 70. ubiegłego stulecia obserwuje się wzrost orientacji rynkowej przedsiębiorstw, wzrasta liczba wytwarzanych produktów, wariantów produktów, wymagań indywidualnych klientów. Poszukuje się **oszczędności**, obniżenia poziomu kosztów, poprawy **jakości i skrócenia** czasu procesów tworzących ostatecznie **łącznie** wartość dla klienta. Zmiany rynków sprzedawców (dostawców) na rynki nabywców (odbiorców) „idzie w parze” z coraz większą dynamiką odpowiednich czynników środowiskowych, otoczenia. Ponieważ produkty są technicznie coraz bardziej podobne do siebie, więc konkurencyjne w przyszłości na rynku nie będą produkty, ale mniej lub bardziej skuteczne i efektywne struktury organizacyjne i zarządzania<sup>1</sup>.

W szczególności przedsiębiorstwa, które produkują złożone produkty na zamówienie według specyfikacji klienta w produkcji jednostkowej lub małoseryjnej poruszają się w obszarze ciągłego konfliktu, który jest określony: potrzebami klientów, wyrażonymi w odpowiednim programie produkcji, złożonością procesu produkcyjnego i jego efektywnością.

Jednym ze sposobów rozwiązania tego konfliktu jest zarządzanie złożonością w heterogenicznych systemach produkcyjnych procesowo zorientowanych<sup>2</sup>.

W przedmiotowym artykule bazując na przeprowadzonych badaniach przedstawiono istotę paradygmatu dotyczącego zarządzania złożonością systemów produkcyjnych w ramach logistyki produkcji.

---

<sup>1</sup> Bendkowski J., Kramarz M.: Logistyka stosowana. Metody, techniki, analizy. Część 1 i 2. Politechnika Śląska, Gliwice 2006.

<sup>2</sup> Westphal J.R.: Komplexitaetmanagement inder produktionlogistik. Deutscher Universitaet, Wiesbaden 2001.

## 2. Paradygmat w nauce

**Paradygmat** – w rozumieniu wprowadzonym przez filozofa Thomasa Kuhna w książce *Struktura rewolucji naukowych* (*The Structure of Scientific Revolutions*), opublikowanej w 1962 roku<sup>3</sup> – to zbiór pojęć i teorii tworzących podstawy danej nauki. Teorii i pojęć tworzących paradygmat raczej się nie kwestionuje, przynajmniej do czasu, kiedy paradygmat jest twórczy poznawczo, tzn. za jego pomocą można tworzyć teorie szczegółowe zgodne z danymi doświadczalnymi, którymi zajmuje się dana nauka.

Zgodnie z poglądami T. Kuhna, *paradygmat* jest istotny dla badań naukowych, gdyż „żadna nauka przyrodnicza nie może być wyjaśniana bez zastosowania splecionych teoretycznych i metodologicznych poglądów pozwalających na wybór, ocenę i krytykę”<sup>4</sup>. Paradygmat kieruje wysiłkiem badawczym społeczności naukowych i jest tym kryterium, które najściślej identyfikuje obszary nauk. Fundamentalnym argumentem Kuhna jest to, że dla dojrzałej nauki typową drogą rozwojową jest kolejne przechodzenie w procesie rewolucji od jednego do innego paradygmatu. Gdy ma miejsce zmiana paradygmatu, „świat naukowy zmienia się jakościowo i jest jakościowo wzbogacany przez fundamentalnie nowe zarówno fakty, jak i teorie”<sup>5</sup>.

## 3. Przepływy rzeczowe i informacyjne w sferze logistyki produkcji

### 3.1. Przepływy logistyczne w produkcji

Logistyka produkcji nie zajmuje się technologią procesów produkcyjnych, a jedynie sprawną organizacją całego systemu produkcyjnego wraz z jego najbliższym otoczeniem magazynowo-transportowym. Tradycyjnie, organizacja i funkcjonowanie przedsiębiorstw produkcyjnych pozostaje w gestii ekonomiki przedsiębiorstw.

Podobnie jak w pozostałych fazach logistyki przedsiębiorstwa, także w logistyce produkcji występują<sup>6</sup>:

- fizyczne procesy przepływu i magazynowania,
- strumienie informacyjne sterujące tymi przepływami.

---

<sup>3</sup> Kuhn T.: *The Structure of Scientific Revolutions*. University of Chicago Press, Chicago 1962.

<sup>4</sup> Krzyżanowski L.: *O podstawach kierowania organizacjami*. PWN, Warszawa 1999.

<sup>5</sup> Kuhn T.: *op.cit.*

<sup>6</sup> Bendkowski J.: *Kongres Logistyki. Warsztaty nt. Logistyka produkcji – Aspekty praktyczne*. Poznań 2008.

Wiadomo, że procesy logistyczne, fazy wytwarzania wymagają koordynacji i kształtowania przepływów materiałowych i informacyjnych. Problemy koordynacji i kształtowania racjonalnych przepływów wymagają całościowego podejścia w ich badaniu i projektowaniu.

Przepływy fizyczne w sferze logistyki produkcji obejmują:

- transport wewnętrzny surowców, materiałów, półfabrykatów, części zamiennych, wyrobów gotowych,
- towarzyszące produkcji technologiczne czynności manipulacyjne,
- tworzenie i utrzymywanie różnorodnych zapasów technologicznych oraz zapasów produkcji w toku.

W zbiorze procesów informacyjnych występują wszystkie elementy cyklu kierowania, obejmujące planowanie, organizowanie i sterowanie oraz kontrolowanie przepływów fizycznych na poszczególnych etapach procesu technologicznego<sup>7</sup>. Naczelnym kryterium funkcjonowania logistyki produkcji jest zagwarantowanie ciągłości i odpowiedniej intensywności produkcji pod względem przepływów materiałowych, według wymagań obowiązującej technologii. Operacyjnym kryterium logistyki produkcji jest minimalizacja zapasów produkcji w toku, którego realizacja oznacza minimalizację kosztów zamrożonego kapitału i redukcję kosztów utrzymywania tych zapasów.

### 3.2. Pojęcia: złożoność i heterogeniczność

Złożoność współwystępuje obok takich pojęć jak: wszechstronny, całościowy, kompleksowy, tworzący całość, syntetyczny, holistyczny. Złożoność jest cechą współczesnych systemów zarządzania, produkcji, informatycznych, logistycznych.

Złożoność w logistyce produkcji jest trudnym problemem, ale wymogiem koniecznym w budowaniu systemów logistycznych nie tylko z teoretycznego, ale i praktycznego punktu widzenia<sup>8</sup>. Znaczenie tego problemu jest bezdyskusyjne dla logistyki, szczególnie produkcji, wobec faktu, że stanowi swego rodzaju prawo naturalne.

Pojęcie *złożoność* nie jest jednolicie oraz jednoznacznie definiowane w literaturze z zakresu zarządzania. Jednak wszystkie definicje podkreślają, że złożoność jako cecha powiązana jest z projektowaniem systemów, poziomami analizy systemów, ujęciem ilościowym, częściami (elementami) systemów, powiązaniem części systemów i relacjami pomiędzy nimi.

**System (układ) złożony** to każdy system, którego budowa i/lub zachowanie jest w jakimś sensie złożone czy „skomplikowane”.

<sup>7</sup> Bozard C., Handfield R.: Wprowadzenie do zarządzania operacjami łańcuchem dostaw. Helion, Gliwice 2007.

<sup>8</sup> Eversheim W., Dobberstein M.: Ausprägungen der Produktionsplanung und –steuerung, [in:] Betriebshütte. Akademischer Verein Hütte e.V. W. Everheim, G. Schuh, Springer, 1996.

Złożoność systemów może wynikać z działania chaosu deterministycznego, emergencji oraz indywidualnego zróżnicowania elementów składowych systemu i relacji między nimi, szczególnie, gdy właściwości elementów lub relacji zmieniają się nieliniowo.

Innymi słowy „system złożony” cechuje się jedną lub wieloma właściwościami, niekoniecznie dającymi się „wynioskować” z właściwości elementów składowych. Powoduje to, że systemy złożone są trudno opisywalne metodami tradycyjnymi, klasycznych nauk ścisłych, a często jedynym sposobem ich badania jest zastosowanie jakiegoś rodzaju symulacji, np. komputerowych.

**Różnorodność** (heterogeniczność) – jest to niejednorodność (zróżnicowanie), może dotyczyć każdej dziedziny życia. W środowisku zarządzania produkcją oznacza zróżnicowaną wielkość struktur wytwarzania, różną ich funkcjonalność, różne modele organizacji produkcji, które składają się z więcej niż jednej fazy. **System heterogeniczny** (ang. *heterogeneous system*) to system różnorodny, którego składowe zawierają różne elementy sprzętowe (np. używają różnych procesorów), programowe (np. są zarządzane przez różne systemy operacyjne), funkcjonalne.

Autorzy koncepcji **myślenia sieciowego**, która ma rodowód systemowy, P. Gomez, G. Probst i H. Ulrich<sup>9</sup> wymieniają siedem podstawowych założeń teoretycznych charakteryzujących ową koncepcję. Badacze nazwali je następująco: całość i część, sieciowość, otwartość systemu, złożoność (kompleksowość), porządek, czyli organizacja, kierowanie, rozwój. Kompleksowość jest jedną z cech podstawowych wspomnianej koncepcji zarządzania.

## 4. Złożoność systemów produkcyjnych

### 4.1. Niejednoznaczność terminu – złożoność systemu

Termin „system złożony” ma w literaturze wiele znaczeń. W cybernetyce można doszukać się kilku określeń dla systemów złożonych, przykładowo:

- System złożony to system, w którym występuje mnogość interakcji między różnymi komponentami.
- System złożony to system wysoko wrażliwy na warunki początkowe lub małe zakłócenia, którego liczba niezależnych interakcji komponentów jest duża, lub gdzie występuje mnogość ścieżek rozwojowych danego systemu.

---

<sup>9</sup> Ulrich H., Probst G.J.B.: *Anleitung und ganzheitlichen denken und Handeln*. Berno 1995.

- System złożony to wysoko ustrukturyzowany system, który do opisu struktury wykorzystuje zmienne.
- System złożony to system, który ciągle ewoluuje i rozwija się.

Cybernetyka charakteryzuje **systemy złożone** następującymi cechami<sup>10</sup>:

- Systemy złożone cechują się trudnością w ustaleniu granic systemu – decyzja o ich wyznaczeniu w wysokim stopniu zależy od obserwatora.
- Systemy złożone to przeważnie systemy otwarte – nie mają równowagi energetycznej, lecz mogą być stabilne.
- System złożony to układ dynamiczny – podlega zmianom w czasie i poprzednie stany mają wpływ na stan obecny.
- System złożony może składać się z systemów złożonych – komponenty systemu złożonego także mogą być systemami złożonymi.
- Występujące relacje (zależności) mają charakter nieliniowy – co oznacza, że małe zakłócenia mogą przynieść duże zmiany w końcowym wyniku (efekt motyla), proporcjonalne zmiany lub nie przynieść zmian w ogóle (nieliniowość).

#### 4.2. Złożoność w logistyce produkcji

Pojęcie złożoności jest związane z syntaktyczną informacją niezbędną do odpowiedniego opisu systemu i występującej w tym zakresie niewiedzy. Złożoność w logistyce produkcji zasadniczo bazuje na złożoności zasobów, organizacji i programów produkcji. Istotą złożoności systemu produkcji są problemy przygotowania określonego programu produkcji, a więc produkcji we właściwej ilości, właściwej jakości i we właściwym czasie<sup>11</sup>.

Zagadnienia złożoności w logistyce produkcji można rozpatrywać z punktu widzenia: złożoności całego systemu, dynamiki zachowania systemu oraz występującej niepewności.

**Złożoność** (synonim – zawilóści) jest cechą (właściwością) wskazującą, że system składa się z wielu różnorodnych elementów powiązanych ze sobą. Wielość odnosi się do liczby elementów i relacji, podczas gdy różnorodność wyraża ich heterogeniczność. Systemy złożone różnią się od systemów prostych dużą zmiennością w czasie, dynamiką.

System jest nazywany **dynamicznym**, jeśli wykazuje, obok dużej zmienności w czasie, także zmiany zachodzące w szybkim tempie. Dynamika jest pochodną małej stabilności struktury problemów planowania, a zewnętrznym jej wyrazem jest zmienność wielkości koordynacyjnych.

---

<sup>10</sup> Koch M.R.: Autonome Produktionssysteme – Gestaltung, Steuerung und integrierte Störungsbehandlung. Forschungsberichte. Tom 98. Springer, 1996.

<sup>11</sup> Hopp W.J., Spearman M.L.: Factory physics: Foundations of Manufacturing Management. Irwin, Chicago 1996.

**Niepewność** może być definiowana jako różnica między wykonywanymi zadaniami koordynacji a informacjami niezbędnymi i dostępnymi, odnoszącymi się zarówno do elementów, jak i do relacji. Odzwierciedla to, w jakim stopniu informacje istotne do podejmowania decyzji są znane w danym momencie planowania na poszczególnych poziomach, np. struktura programu produkcyjnego, czasy przygotowania programu produkcji oraz jego alternatyw.

Analiza przyczyn występowania złożoności systemów produkcyjnych wskazuje, że:

a) **Złożoność** (zawilóść) systemu produkcji jest pochodną:

- przyjętej strategii dywersyfikacji, powodującej wzrost heterogeniczności wytworów,
- różnorodności przebiegów produkcyjnych wytwarzania,
- sposobu połączenia pojedynczych procesów,
- liczby poziomów wytwarzania,
- liczby przebiegów roboczych na danym poziomie wytwarzania,
- wzrastającej heterogeniczności zasobów,
- potencjalnej zależności pomiędzy zasobami,
- zamówień, które przechodzą przez obszary o różnych typach organizacji produkcji,
- różnorodnego stopnia automatyzacji maszyn i urządzeń.

b) **Dynamika** zachowania systemu produkcyjnego jest następstwem:

- złożenia programów produkcji,
- zmienności popytu,
- skrócenia cyklu życia produktu,
- zmniejszenia partii zamówienia klienta,
- zmniejszenia częstotliwości powtórzenia tych samych lub podobnych zamówień.
- wzrastającego udziału wytworów na indywidualne zamówienie klienta,
- zmienności stopnia wykorzystania zdolności czynników produkcji,
- intensywności przepływów materiałowych pomiędzy czynnikami produkcji – dynamika zależności.

c) **Niepewność** zaś wywołana jest przez:

- popyt: rodzajów wytworów, żądanymi terminami realizacji, liczby produktów,
- wrażliwością systemu produkcyjnego na zakłócenia,
- odchyleniami planowanych czasów operacji od rzeczywistych dla nowych lub modernizowanych wyrobów.
- brakujących podstawowych danych produkcyjnych, liczby sztuk, plany pracy itp.

### 4.3. Rodzaje złożoności systemów produkcyjnych

W literaturze można doszukać się także podziału w odniesieniu do całego systemu, tzw. *złożoności statycznej oraz dynamicznej*. To wyróżnienie powodowane jest często potrzebami badawczymi lub opisu systemu<sup>12</sup>.

**Staticzną złożoność** struktury systemu odzwierciedlają charakterystyki systemu produkcyjnego i zasad kierowania. Złożoność systemu wzrasta z heterogenicznością jego elementów i liczbą zależności (powiązań) między nimi. Obserwator przyjmuje system jako swego rodzaju kompleks (całość), gdy nie potrafi w pełni ująć, opanować analizowanego systemu. Kompleksowość wzrasta wraz z powiększającym się opisem przez obserwatora, a także niezbędnym czasem pracy komputera do przetworzenia danych o systemie.

**Dynamicznie** złożoność systemu jest rozumiana jako zdolność do wyszczególnienia znacznej liczby rozróżnialnych stanów w danym przedziale czasu. Zatem centralnym problemem złożoności w ujęciu dynamicznym jest stopień przewidzenia zachowania systemu jako całości. Stąd wyjątkowa trudność w opisie zalet i wad systemu. Opis zachowania systemów złożonych jest bardzo trudny ze względu na niepoznanie do końca kompleksowej charakterystyki systemu.

ULRICH/PROBST<sup>13</sup> upatrują w tym charakterystyczną cechę złożoności, która nie pozwala w danym momencie dokładnie opisać zachowanie systemu, przewidzieć dokładnie reakcje na określone ingerencje w systemie.

Symptomy braku, redukcji wewnętrznej złożoności, przejawiają się w dokonaniach przedsiębiorstwa dotyczących wymagań, uwzględnienia oczekiwań klientów i efektywności działań. Symptomy te są dostrzegalne w długim okresie w niedotrzymywaniu terminów dostaw, wzrastającej nieprzejrzystości procesów przemysłowych.

Czynnikami wpływającymi na konieczność zachowania należytej złożoności są rynki zbytu i dostaw i ich dynamika, działania przedsiębiorstwa zorientowane na obsługę klientów, znaczne skrócenie czasu dostaw, wysoki poziom dotrzymywanie terminów<sup>14</sup>.

W wielu przedsiębiorstwach przyczyna szczególnej złożoności systemów produkcyjnych leży w kompleksowym formułowaniu celów, w „totalnym” nastawieniu na obsługę klienta, dużej głębokości produkcji.

---

<sup>12</sup> Eidenmüller B.: Die Produktion als Wettbewerbsfaktor. Industrielle Organisation, Köln 1995.

<sup>13</sup> Ulrich H., Prost G.J.B.: op.cit.

<sup>14</sup> Bendkowski J.: Kongres..., op.cit.



## 5. Prawo niezbędnej różnorodności

### 5.1. Różnorodność jako miara stopni złożoności działania systemu

Różnorodność określa liczbę różnych stanów układu. Może być interpretowana jako stosowana miara stopnia złożoności działania systemu. Możliwość kontroli docelowego działania systemu jest określana przez osiągalne warianty, tj. określone na podstawie dostępnych stopni swobody odpowiedniego organu koordynującego<sup>15</sup>.

Logistyka produkcji obejmuje kształtowanie i koordynację wewnętrznych przepływów materiałowych na czas trwania procesu produkcyjnego. ZAEPFEL G. definiuje logistykę produkcji jako „(...) Kierowanie przepływami materiałowymi i informacyjnymi, tj. surowców, materiałów pomocniczych, materiałów produkcyjnych z magazynu surowców do produkcji, półfabrykatów, części zamiennych przez etapy procesu produkcyjnego”<sup>16</sup>.

Grossklaus A. uważa, że „logistyka produkcji zawiera wszystkie środki procesowo zorientowanego produkcyjnego systemu wytwarzania”<sup>17</sup>. Reguluje kompleksowy wielopoziomowy i usieciowiony system produkcyjno-magazynowy, który powstaje z obszarów produkcyjnych i magazynów znajdujących się pomiędzy tymi obszarami. Analizy przepływów materiałowych obejmują nie tylko przebiegi transportowe, magazynowanie i manipulowanie materiałami, ale także przetwarzanie produktów. Przebiegi produkcyjne i logistyczne operacje są ściśle ze sobą sprzężone, częściowo nierozzerwalnie powiązane i mogą być tylko symulacyjnie rozpatrywane.

W praktyce obserwuje się następujące postępowania ze „złożonością”, polegające na:

1. redukcji złożoności systemu,
2. obchodzenie się z złożonością systemu.

Redukcjonizm stanowił obowiązujący paradygmat w nauce w XIX i na początku XX wieku.

Badanie problemu (systemu) polega na podzieleniu go na części składowe i przez kolejne uproszczenia zbadanie właściwości jego oddzielnych części. Na tej podstawie wnioskowano o zachowaniu całości.

Do dnia dzisiejszego redukcjonizm odnosił sukcesy w badaniu systemów prostych, o małym stopniu złożoności (mała liczba elementów, mało wzajemnych relacji między

---

<sup>15</sup> Hautz E: PPS und Logistik, zukünftig ein Widerspruch, [in:] Wiendahl H.-P. (red.): IFA-Kolloquium 1993 – Neue Wege der PPS Innovative Konzepte, Praxislösungen und Forschungsansätze zur durchgängigen Steuerung und Überwachung einer kundenorientierten Produktion. Tagungsbericht, Gesellschaft für Management und Technologie, München 1993.

<sup>16</sup> Westphal J.R.: op.cit.

<sup>17</sup> Koch M.R.: op.cit.

elementami). Alan Toffler dowodzi, że „współczesna nauka tak dobrze sobie radzi z rozkładaniem problemów na części, że później często zapomina złożyć je w całość”<sup>18</sup>.

W.R. Ashby<sup>19</sup> sformułował prawo niezbędnej różnorodności lub inaczej aksjomat różnorodności, znane w literaturze jako „prawo Ashby”, które mówi, że **każda różnorodność może być zrównoważona tylko przez inną różnorodność**. To prawo zostało sformułowane w 1956 roku. System musi cechować się określoną liczbą stopni swobody w celu uzyskania zamierzonego stanu.

Formalnie zasadę Ashby’ego – niezbędnej różnorodności – zapisać można następująco:

$$V \text{ wynikowa} = VD - VR + VDR,$$

gdzie:

D – zakłócenia (Disturbance),

R – reakcje (Response),

DR – różnorodność powstająca z błędnych reakcji.

Stopień różnorodności i elastyczności elementów systemu zależy od różnorodności i zmienności wejść do systemu. Miarą trwałości systemu staje się wystarczający stopień różnorodności elementów składowych systemu oraz ich elastyczności w konfrontacji z otoczeniem, z jakim system będzie funkcjonować. Elastyczność każdego elementu wchodzącego w skład systemu musi być zbilansowana i skorelowana z elastycznością wszystkich pozostałych elementów: system musi być zbilansowany, aby żaden z elementów nie stał się „wąskim gardłem” systemu pod względem jego funkcjonalności. Z kolei nadmierna elastyczność któregoś z jednostkowych elementów staje się jedynie przyczyną wzrostu kosztów funkcjonowania systemu: wprowadzenie i utrzymanie elastyczności kosztuje zarówno podczas konstruowania systemu, jak i jego funkcjonowania.

## 5.2. Rola logistyki produkcji we współczesnych przedsiębiorstwach

Na podstawie przeprowadzonych rozważań można sformułować następującą tezę – „logistyka produkcji jest efektywna i skuteczna w przedsiębiorstwach charakteryzujących się heterogenicznymi i złożonymi strukturami wytwarzania, produkcją rynkowo zorientowaną”<sup>20</sup>.

Dowód powyższej tezy musi uwzględniać odpowiedzi na następujące pytania:

- Gdzie występują niedomagania w tradycyjnych funkcjach planowania i sterowania procesami produkcyjnymi?

<sup>18</sup> Toffler A.: Budowa nowej cywilizacji. Zysk i S-ka, Poznań 1996.

<sup>19</sup> Ashby W.R.: An Introduction to Cybernetics. Methuen, London 1956.

<sup>20</sup> Bendkowski J.: Kongres..., op.cit.

- Jakie zasadnicze (główne) czynniki wpływają na kompleksowość procesów produkcyjnych?
- Jakie alternatywne formy kształtowania organizacji tworzą podstawowe założenia dla występującej złożoności całego systemu socjologiczno-technicznego?
- Jak zorganizować systemy przepływu materiałów i kierowania w danym systemie wytwarzania, jakie przyjąć zasady koordynacji, jakie informacje wymieniać między elementami systemu wytwarzania, aby procesy logistyczne mogły być kierowalne zgodnie z zasadami logistyki?
- Jak wewnątrz systemu wytwarzania rozdzielić funkcje kierowania procesami produkcyjnymi, aby czasy reakcji na zakłócenia były krótkie, aby lepiej panować nad strumieniami przepływu materiałów?
- Jakie techniki i metody należy wybrać do skutecznego wspomagania procesów decyzyjnych na poszczególnych poziomach procesu produkcyjnego? Chodzi o budowę i rozwój systemu wspomagania decyzji produkcyjnych.

Wiadomo, że czynności produkcyjne zawierają procesy transformacyjne materialne i logistyczne. Przez materialne procesy transformacji należy rozumieć ich opracowanie, zaś logistyczne transformacje dotyczą zmian parametrów czasu, miejsca i ilości.

### 5.3. Kształtowanie uporządkowanej struktury systemu jako cel inżynierii wariantów

Nowy słownik poprawnej polszczyzny przez pojęcie **wariant** rozumie nową wersję, odmianę czegoś; inne opracowanie tego samego projektu. Mówi się: wariant planu, myśleć o innym wariacie, mieć do wyboru kilka wariantów. Synonimem terminu wariant jest termin odmiana<sup>21</sup>.

Celem systemu zarządzania jest zaprojektowanie wymaganych wariantów, które nazywane jest przez Beera S.<sup>22</sup> są *inżynierią wariantów – variety engineering*.

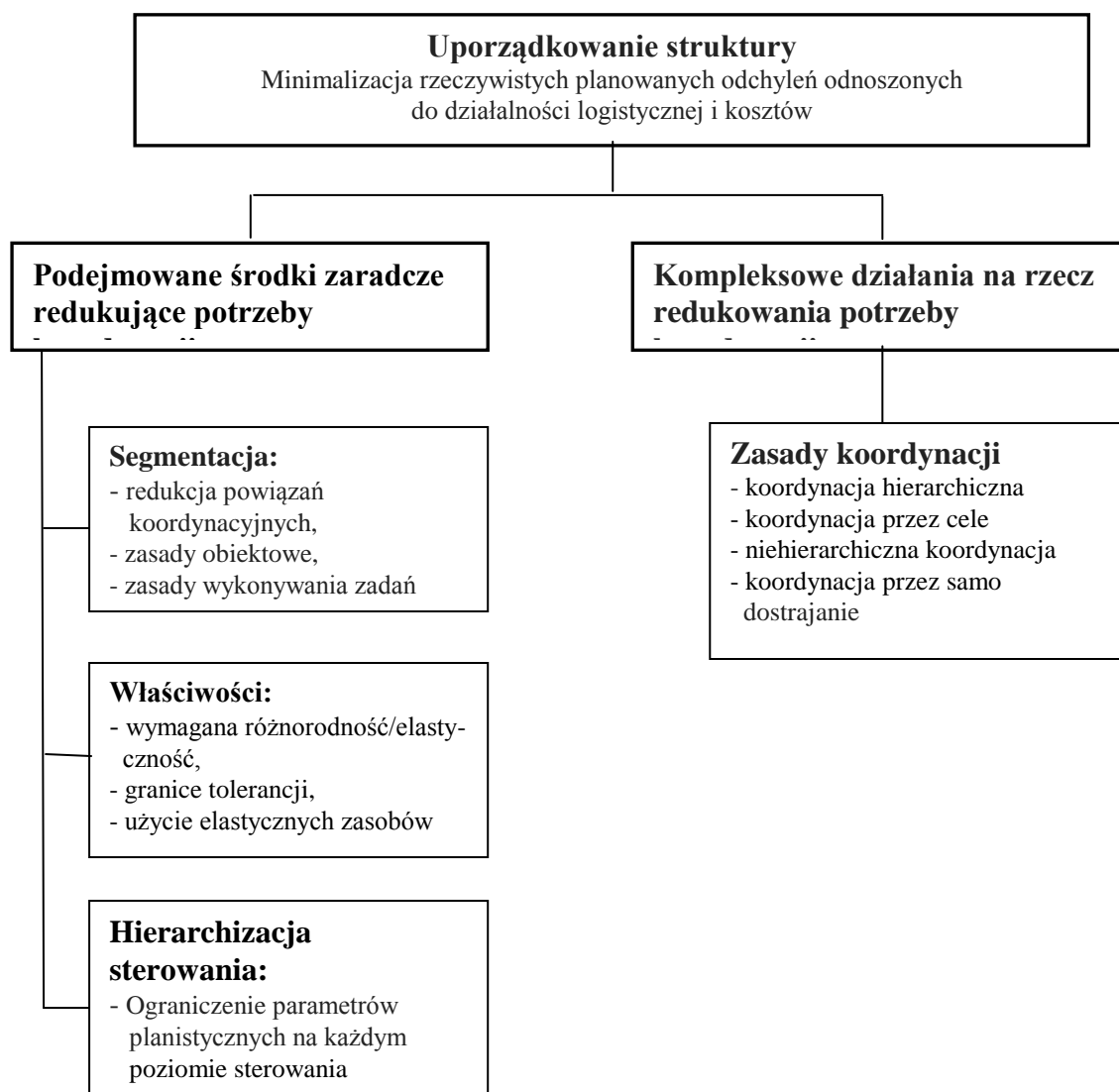
Z cybernetycznego punktu widzenia celem systemu zarządzania jest projektowanie i stosowanie instrumentów dla podwyższenia lub minimalizacji liczby wariantów/odmian systemu. Ograniczenie różnych stanów wyjściowych uzyskuje się przez tworzenie lub wzrost rzędu systemu produkcyjnego. Proces uporządkowania przejawia statyczny punkt widzenia jako rodzaj struktury dynamicznej przez określony sposób zachowania całości. Uporządkowaną strukturę systemu uzyskuje się:

---

<sup>21</sup> Markowski A. (red.): Nowy słownik poprawnej polszczyzny. PWN, Warszawa 2002.

<sup>22</sup> Hautz E: op.cit.

- za pomocą stosowania środków zaradczych redukujących potrzeby koordynacji (zróżnicowanie),
- kompleksowe działania na rzecz potrzeby koordynacji (integracja) (rys. 1).



Rys. 1. Zwiększenie uporządkowania struktury przez zróżnicowanie i integrację  
Fig. 1. Increase the order by the diversity and integration

W odniesieniu do konstrukcji systemu produkcyjnego na poziomie przepływów materiałowych oznacza to, że istnieją tylko segmenty między obszarami produkcji charakteryzujące relacje pomiędzy przepływami materiałowymi. Do formalnych elementów konstrukcji systemów należą liczba: poziomów kierowniczych, zadań, kompetencji i odpowiedzialności.

Nawet jeśli złożoności nie można w pełni opanować, to wciąż możliwe jest ograniczenie złożoności elementów i systemu jako całości przez celowe uporządkowanie struktury systemu.

## 6. Zmiana paradygmatu w logistyce produkcji

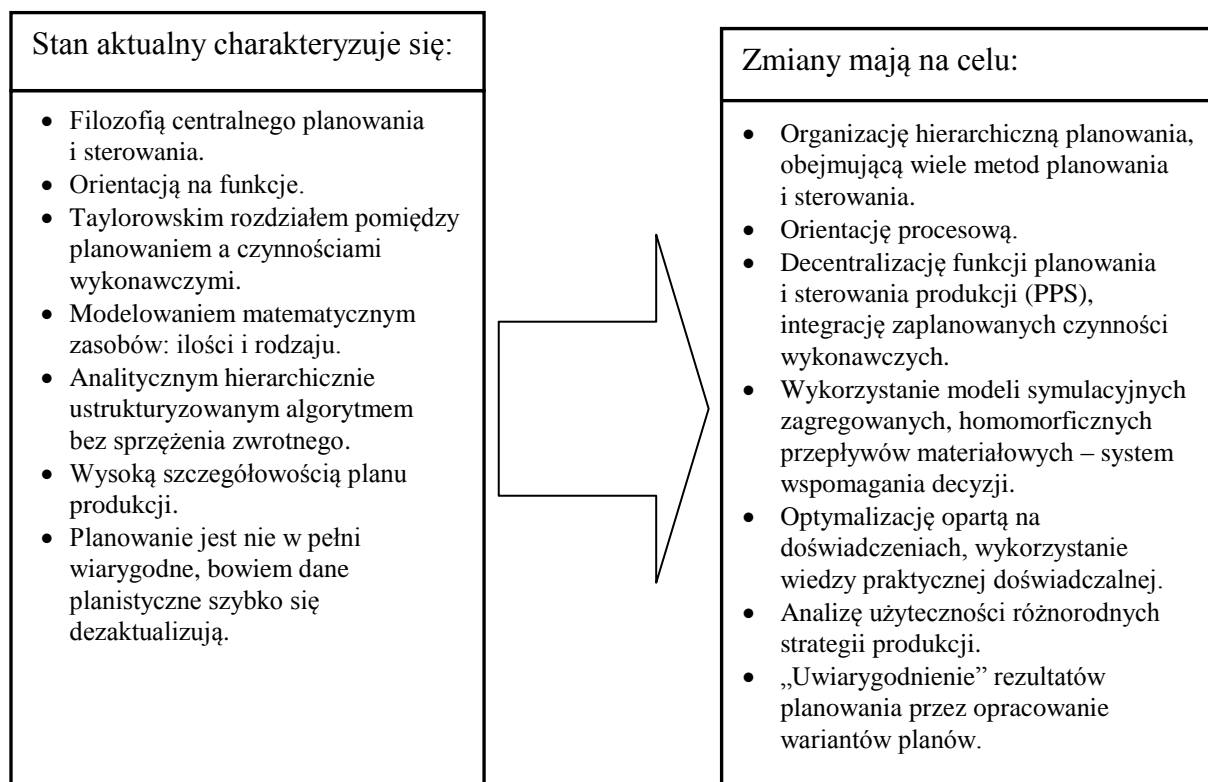
Przeprowadzone badania potwierdzają, że:

1. System produkcyjny jest systemem otwartym. Na tle destabilizacji ogólnych warunków eksploatacji, logistyka produkcji jest wysoce złożonym i skomplikowanym procesem. Pełne opanowanie złożoności jest niemożliwe.
2. Obserwuje się zmianę paradygmatu – odchodzenie od tworzenia zapasów materiałowych, czasowych do **optymalizacji przepływów** materiałów, przy jednoczesnej redukcji złożoności, rosnącej złożoności metod projektowania oraz metod zarządzania produkcją.
3. Zwiększenie stopnia logistycznej efektywności projektowania i sterowania systemami produkcyjnymi wymaga zaakceptowania nowego paradygmatu, odnoszącego się do zarządzania produkcją.
4. Centralnym zadaniem zarządzania logistycznego jest „pokonanie” asymetrii w zmienności otoczenia przedsiębiorstwa a systemem działania, eksploatacji. Asymetria jest rezultatem występujących sprzeczności celów pomiędzy:
  - rynkowo zorientowanym programem produkcyjnym,
  - złożonością procesów produkcyjnych
  - efektywnością procesów produkcyjnych.
5. Warunkiem podstawowym odnoszącym się do logistyki produkcji, procesowo zorientowanej funkcji kierowania jest jej widzenie jako gwarancji **równoważenia** wszelkich przepływów w systemie produkcyjnym<sup>23</sup>.

Przedstawione konkluzje, jako rezultaty badań pozwalają dowieść, że analiza i badania procesowo zorientowanych heterogenicznych systemów produkcyjnych mają charakter wieloaspektowy. Potwierdzają, że systemy logistyczne produkcji wymagają kompleksowego potraktowania. Rysunek 2, w syntetycznej formie, przedstawia zmianę paradygmatów dotyczących zarządzania produkcją.

---

<sup>23</sup> Zülch G.: Systematisierung von Strategien der Fertigungssteuerung, [in:] Zahn E. (ed.): Organisationsstrategie und Produktion. München 1990.



Rys. 2. Zmiana paradygmatów w logistyce produkcji  
 Fig. 2. Changing paradigms in production logistics

## 7. Zakończenie i wnioski

Przeprowadzone analizy i rozważania pozwalają na sformułowanie następujących uwag:

- Zakres tematyczny logistyki w produkcji nie jest tożsamy z zarządzaniem produkcją lub zarządzaniem operacyjnym. Procesy produkcyjne, przepływy w logistyce są ujmowane systemowo, zgodnie z zasadami metody systemowej.
- Optymalne rozwiązania logistyczne wymagają *przestrzegania trzech* następujących zasad:
  1. cały system i jego elementy muszą być dostosowane do wielkości i częstotliwości przemieszczania materiałów,
  2. stopień integracji systemu powinien być najwyższy,
  3. system powinien być elastyczny, zaś możliwość wystąpienia „wąskich gardeł” ma być minimalna.
- Złożoność w logistyce produkcji zasadniczo bazuje na złożoności zasobów, organizacji i programów produkcji.

- Pojęcie złożoności jest związane z syntaktyczną informacją niezbędną do odpowiedniego opisu systemu i występującej w tym zakresie niewiedzy.
- Porównywanie nawet podobnych systemów produkcyjnych może prowadzić do błędnych ocen i wniosków, jeśli nie uwzględni się otoczenia tych systemów.
- Systemy produkcyjne mogą ze sobą sprawnie współdziałać tylko wówczas, jeśli funkcjonują w podobnym lub identycznym otoczeniu systemowym.
- Cele funkcjonowania systemu produkcyjnego w otoczeniu systemowym często są rozbieżne. Dotyczy to szczególnie takich czynników, jak:
  - rozbieżność celów funkcjonowania podsystemów produkcyjnych,
  - ograniczenie konsumpcji, wzrost inwestycji i związany z tym poziom wynagradzania pracowników w gospodarce,
  - zagadnienia ochrony środowiska.
- Złożoność logistyki produkcji wyrażana jest przez następujące wielkości: wyjątkowe skomplikowanie, dynamikę, niepewność.
- Zasady projektowania i sterowania przepływami w procesowo zorientowanych heterogenicznych strukturach produkcyjnych wymagają ujęcia procesowego.

Przedstawione paradygmaty są gwarancją równoważenia wszelkich przepływów w systemie produkcyjnym.

## Bibliografia

1. Ashby W.R.: An Introduction to Cybernetics. Methuen, London 1956.
2. Bendkowski J., Kramarz M.: Logistyka stosowana. Metody, techniki, analizy. Części 1 i 2. Politechnika Śląska, Gliwice 2006.
3. Bendkowski J.: Kongres Logistyki. Warsztaty pt. Logistyka produkcji – Aspekty praktyczne. Poznań 2008.
4. Bozard C., Handfield R.: Wprowadzenie do zarządzania operacjami łańcuchem dostaw. Helion, Gliwice 2007.
5. Eidenmüller B.: Die Produktion als Wettbewerbsfaktor. Industrielle Organisation, Köln 1995.
6. Eversheim W., Dobberstein M.: Ausprägungen der Produktionsplanung und –steuerung, [in:] Betriebshütte. Akademischer Verein Hütte e.V. W. Everheim, G. Schuh, Springer, 1996.
7. Hautz E: PPS und Logistik, zukünftig ein Widerspruch, [in:] Wiendahl H.P. (red.): IFA-Kolloquium 1993 – Neue Wege der PPS Innovative Konzepte, Praxislösungen und

- Forschungsansätze zur durchgängigen Steuerung und Überwachung einer kundenorientierten Produktion. Tagungsbericht, Gesellschaft für Management und Technologie, München 1993.
8. Hopp W.J., Spearman M.L.: *Factory physics. Foundations of Manufacturing Management*. Irwin, Chicago 1996.
  9. Koch M.R.: *Autonome Produktionssysteme – Gestaltung, Steuerung und integrierte Störungsbehandlung*. Forschungsberichte. Tom 98. Springer, 1996.
  10. Krzyżanowski L.: *O podstawach kierowania organizacjami*. PWN, Warszawa 1999.
  11. Kuhn T.: *The Structure of Scientific Revolutions*. University of Chicago Press, Chicago 1962.
  12. Markowski A. (red.): *Nowy słownik poprawnej polszczyzny*. PWN, Warszawa 2002.
  13. Toffler A.: *Budowa nowej cywilizacji*. Zysk i S-ka, Poznań 1996.
  14. Ulrich H., Prost G.J.B.: *Anleitung und ganzheitlichen denken und Handeln*. Berno 1995.
  15. Westphal J.R.: *Komplexitaetmanagenent inder produktionlogistik*. Deutscher Universitaet, Wiesbaden 2001.
  16. Zülch G.: *Systematisierung von Strategien der Fertigungssteuerung*, [in:] Zahn E. (red.): *Organisationsstrategie und Produktion*. München 1990.

## **Abstract**

The paper discusses relevant issues concerning the need of a paradigm shift in the production logistics. The complexity of the process-based, heterogeneous production systems was defined. The change in the markets of sellers 'to buyers' markets goes hand in hand with an increasing dynamics of the relevant environmental factors. Since the products are technically more similar to compete in the future on the market no longer products, but more or less effective and efficient organizational and governance structures. The complexity in the production logistics were analyzed from the point of view of the system complexity, system dynamics and existing uncertainty. The reasons the complexity of production systems were determined. In particular, companies that manufacture complex products to customer specifications in a single or small batch production, moving in a field of tension between the need for proximity to customers in the power program, the complexity of the production process and its efficiency.

Based on results of empirical studies the author presented the reasons for the paradigm shift in production logistics. System approach is characterized by: Unifies and concentrates on the interaction between elements; studies the effects of interaction; emphasizes global perception; modifies groups of variables simultaneously; integrates duration of time and



irreversibility; validates facts through comparison of the behavior of the model with reality; uses models that insufficiently rigorous to be used as bases of knowledge but are useful in decision and action; has an efficient approach when interactions are nonlinear and strong; leads to multidisciplinary education; leads to action through objectives; possesses knowledge of goals, fuzzy details.

The paper was finished with conclusions.