

## DWUPOZIOMOWY MODEL CYBERNETYCZNY ZARZĄDZANIA PRZEDSIĘBIORSTWEM

### TWO-LEVEL CYBERNETIC MODEL MANAGEMENT OF THE ENTERPRISE

**Krzysztof FICOŃ**

Akademia Marynarki Wojennej

Wydział Dowodzenia i Operacji Morskich

*Streszczenie: W pracy przedstawiono sposób modelowania przedsiębiorstwa rynkowego za pomocą prostej teorii układów cybernetycznych bazującej na pojęciu czarnej skrzynki operującej wektorem wejścia i wyjścia. Sterowniczy proces zarządzania przedsiębiorstwem został rozpatrzony dualnie, jako długoterminowe zarządzanie strategiczne i bieżące zarządzanie operacyjne. Mechanizm zarządzania strategicznego został zilustrowany przy pomocy tzw. prostego modelu cybernetycznego typu P wejście-wyjście. Natomiast elastyczność zarządzania operacyjnego została zobrazowana za pomocą klasycznego modelu sterowania P|R zawierającego dodatkowo specjalny układ regulacji, wnoszący określoną korektę wektora wyjściowego stosownie do założonych kryteriów operacyjnych.*

*Abstract: The paper presents a method of modeling enterprise market with a simple theory of cybernetic systems based on the concept of black box vector is handling inputs and outputs. Control the management of the company was considered as a long-term strategic management and ongoing operational management. The mechanism of strategic management was illustrated by the so-called. a simple model of cyber P input-output. In contrast, operational management flexibility is illustrated by the classical model of control P | R containing additional special control system, the applicant specified output vector adjustment in accordance with the established operational criteria.*

*Słowa kluczowe: cybernetyka, informacja, model, przedsiębiorstwo, sterowanie, wejście, wyjście,.*

*Keywords: cybernetics, information, model, business, control, input, output.*

## WPROWADZENIE

W gospodarce rynkowej każde przedsiębiorstwo funkcjonuje jako względnie odosobniony system otwarty wymieniający z otoczeniem informację, materię i energię. Jak wynika z ogólnej teorii systemów sformułowanej przez L. von Bertalanffy'ego tylko układy otwarte są zdolne do rozwoju i samorealizacji (von Bertalanffy, 1984), co jest warunkiem koniecznym sprostania konkurencji rynkowej w pewnym otoczeniu np. przyrodniczym, społecznym czy biznesowym. Otwartość na rynkową konkurencję jest motorem postępu naukowo-technicznego oraz stymulatorem najwyższych standardów obsługi klienta.

Bezpośredni kontakt z konkurencyjnym, światowym biznesem stanowi podstawę współczesnej globalizacji stosunków społeczno-gospodarczych i stawia przed poszczególnymi przedsiębiorstwami wysokie wymagania w zakresie konkurencyjności i efektywności funkcjonowania (gospodarowania).

Z punktu widzenia cybernetyki zjawiska ekonomiczne mają charakter homeostatyczny i są ściśle związane z mechanizmem sprzężenia zwrotnego. Kardynalne dla cybernetyki pojęcie sprzężenia zwrotnego może być zdefiniowane jako: „...kanał przekazywania informacji, który zaczyna się na wyjściu układu i kończy na wejściu tego samego lub innego układu” (Kulik, Tadeusiewicz, 1974, s. 70). Według ujęcia encyklopedycznego zjawisko homeostazy oznacza zdolność utrzymywania stałości parametrów wewnętrznych w systemie zamkniętym lub otwartym, wbrew zmienności warunków zewnętrznych i wywodzi się z teorii samoregulacji procesów biologicznych (Kempisty, 1973, s. 149). Istotą homeostazy w świetle cybernetyki są więc procesy samoregulacyjne powodowane działaniem sprzężeń zwrotnych najczęściej ujemnych, kompensujących niekorzystne bodźce zewnętrzne. Dlatego funkcjonowanie rynkowych systemów ekonomicznych daje się w pewnej mierze przewidywać i racjonalnie nimi sterować (zarządzać).

Zgodnie z tzw. prawem niezbędnej różnorodności (otwartości) zdaniem H.I. Ansoffa (1985, s. 48) „...przedsiębiorstwo jako złożony układ musi być dostatecznie zróżnicowane, aby mogło żyć w symbiozie z otoczeniem i dostatecznie zintegrowane, aby istnieć nadal”. Dlatego współczesne przedsiębiorstwa rynkowe funkcjonujące w otwartym systemie gospodarki globalnej muszą spełniać cybernetyczny warunek układów homeostatycznych i nieustannie dążyć do dynamicznej samoregulacji, gwarantującej wysokie standardy konkurencyjności, ciągłość działania i możliwość rozwoju.

W ogólności zarządzanie może być postrzegane na trzy sposoby (Koźmiński, Piotrowski, 1996, s. 80). Według klasycznej teorii organizacji zarządzanie to zbiór „funkcji kierowniczych”, spośród których najczęściej wymienianymi są: planowanie, organizowanie, koordynacja, motywowanie i kontrolowanie. W socjologii zarządzania to przede wszystkim władza nad personelem wewnątrz i na zewnątrz przedsiębiorstwa, urzędu itp. Na gruncie cybernetyki zarządzanie to sterowanie procesami zachodzącymi w organizacji, np. w przedsiębiorstwie. Na pilną potrzebę traktowania zarządzania menedżerskiego w kategoriach sterowania względnie odosobnionymi układami cybernetycznymi zwraca uwagę J. Penc (2002, s. 70), głosząc tezę: „...podstawą nowoczesnego zarządzania powinno być systemowe „cybernetyczne” myślenie, aby łatwiej można było układać sobie stosunki z otoczeniem,

wcześniej wykrywać szansę i zagrożenia i skutecznie radzić sobie z coraz trudniejszą przyszłością”. Podejście to powinno uwzględniać przedsiębiorstwo w rynkowym otoczeniu cybernetycznym, jako układ względnie odosobniony samoistnie dążący do stanu równowagi rynkowej, nieustannie wymieniający materię, energię i informację z otoczeniem.

Według kryteriów cybernetycznych biznesowy kontakt przedsiębiorstwa z całym otoczeniem rynkowym odbywa się za pomocą cybernetycznej pętli sprzężenia zwrotnego, najczęściej ujemnej, dzięki której konfrontowane są aktualne (globalne) standardy i wymagania rynkowe z rzeczywistym potencjałem gospodarczym i ofertą rynkową danego przedsiębiorstwa. W dobie globalizacji ze względu na otwarty światowy rynek kapitału, towarów, usług i pracy funkcjonujące na nim przedsiębiorstwa muszą spełniać wysokie i bardzo dynamiczne kryteria konkurencyjności, co wymaga odpowiednio elastycznego i skutecznego zarządzania, tak na szczeblu strategicznym, jak też operacyjnym. Zarządzanie strategiczne jest najczęściej odnoszone do realizacji długofalowej misji rynkowej przedsiębiorstwa, natomiast zarządzanie operacyjne kojarzone jest z elastycznym reagowaniem na bieżące wymuszenia rynkowe.

Mechanizm zarządzania strategicznego został zamodelowany za pomocą tzw. prostego modelu cybernetycznego typu P przedstawionego w konwencji czarnej skrzynki cybernetycznej, w której istotne są tylko wektory wejścia i wyjścia. Wektor wejścia obrazuje strumień niezbędnych zasobów gospodarczych - ludzie, informacje, materiały, kapitał, natomiast wektor wyjściowy definiowany jako produktywność przedstawia strumień wyrobów gotowych (materialnych i niematerialnych) będących rynkową ofertą przedsiębiorstwa. Za pomocą oferowanych produktów i usług przedsiębiorstwo realizuje swoją strategiczną misję rynkową w dostatecznie długim horyzoncie planistycznym.

W krótszych okresach czasu realizowane jest elastyczne zarządzanie operacyjne, jako odpowiedź przedsiębiorstwa na bieżące (codzienne) wyzwania rynkowe, głównie konkurencji rynkowej. Zarządzanie operacyjne zostało zamodelowane za pomocą specjalnego układu regulatora, który automatycznie bada uchyb wektora wyjściowego w stosunku do wymaganych wartości rynkowych. Regulator ten wypracowuje niezbędną korektę, która jest kierowana na wejście zasileniowe przedsiębiorstwa jako wspomaganie i modyfikacja całego strumienia wejściowego. Efektem działania układu regulatora jest dostosowanie wyjściowego strumienia produktywności do konkurencyjnych oczekiwań rynku, gwarantujących jednocześnie spełnienie nadrzędnych standardów obsługi klienta.

## CYBERNETYKA NAUKA O STEROWANIU

W rozwoju współczesnej wiedzy obserwujemy dwie przeciwstawne tendencje: specjalistyczną i integracyjną. Tendencja specjalistyczna wyraża się w powstawaniu wąsko profilowanych dziedzin, np. fizyki kwantowej, chemii molekularnej, lingwistyki matematycznej, inżynierii finansowej itp., w których stosuje się specyficzne metody badawcze, a zakres ich zastosowań jest stosunkowo ograniczony. Tendencja integracyjna wiąże się z rozwojem szerokich obszarów wiedzy, jak na przykład: ogólna teoria systemów, cybernetyka, kognitywistyka czy informatyka operujących metodami i pojęciami uniwersalnymi, które można stosować w różnych dziedzinach nauki i praktyki. Swoisty renesans przeżywa dziś nieco zapomniana cybernetyka i jej atrakcyjny aparat narzędziowy.

Termin „cybernetyka” w literaturze jest definiowany dość jednoznacznie, gdyż w większości nawiązuje do klasycznej definicji ojca cybernetyki N. Wienera (1948): „...cybernetyka jest to dyscyplina matematyczna zajmująca się badaniem procesów łączności i sterowania występujących w maszynach i organizmach żywych”. Przykładami podobnych definicji mogą być:

- Cybernetyka jest nauką o sterowaniu w ogólności, a jej badania dotyczą nie samych przedmiotów lecz ich sposobów zachowania się (Ashby, 1963, s. 14).
- Cybernetyka - nauka z pogranicza automatyki, informatyki i biologii zajmująca się zagadnieniami sterowania ze szczególnym uwzględnieniem urządzeń technicznych, organizmów żywych i społeczeństw (*Słownik informatyczny*, 2003, s. 46).
- Cybernetyka - nauka o systemach sterowania, przesyłania informacji i autokontroli w maszynach i organizmach żywych (*Słownik wyrazów obcych*, 2002, s.141).

Pojawienie się w roku 1948 cybernetyki za sprawą N. Wienera było efektem poszukiwań uniwersalnego kamienia filozoficznego (narzędzia badawczego) jednolitego dla wszystkich systemów ożywionych i nieożywionych, naturalnych i sztucznych, technicznych, ekonomicznych i społecznych. Nurt cybernetyczny okazał się na tyle dojrzały i doniosły, że dopracował się oryginalnej i uporządkowanej terminologii oraz wielu narzędzi analitycznych, takich jak: układy względnie odosobnione, teoria czarnej skrzynki, modele sterowania i regulacji oraz mechanizmy sprzężenia zwrotnego (Kozłowski, Latusek-Jurczak, 2011, s. 40).

Przedmiotem zainteresowania cybernetyki są - zgodnie z fundamentalną definicją Wienera - procesy sterowania i komunikacji wspólne zarówno dla urządzeń technicznych, jak też organizmów żywych i organizacji społecznych, politycznych. Sterowanie w cybernetyce oznacza celowe oddziaływanie informacyjne na procesy realizowane w układzie sterowanym, tak aby jego zachowanie było zgodne ze zmieniającą się normą. Zdaniem J. Zieleniewskiego (1974, s. 360) „...sterowanie to oddziaływanie zmierzające do wywołania zachowania zamierzonego przez istotę rozumną”. Według C. Skowronka i Z. Sarjusza-Wolskiego (1999,

s. 92) „...sterowanie, polega na wyznaczeniu wartości normy sterowania (pożądanego stanu układu), a następnie korygowaniu wszelkich od niej odchyleń na drodze regulacji”. Z uwagi na bliskoznaczne brzmienie terminów sterowanie i regulacja interesująca jest bliższa ich interpretacja. Pokrewne pojęcie regulacji O. Lange (1965, s. 33) odnosi do konieczności „...zapewnienia takiego działania układu, że wszystkie odchylenia stanu wejścia od jego wartości zadanej, czyli normy są wyrównane”. Różnice i subtelności między regulacją a sterowaniem wyjaśnia Z. Gomółka (2000, s. 19): „...o ile regulacja jest przede wszystkim działalnością wewnątrz systemową, endogeniczną, to sterowanie którego regulacja jest integralną częścią reprezentuje działania egzogeniczne, skierowane na zewnątrz, do otoczenia”. W tym sensie regulacja jest rodzajem oddziaływania sterowniczego, w wyniku którego następuje redukcja (kompensacja) odchyleń układu sterowanego w stosunku do pożądanej normy (wzorca).

Sterowanie jest realizowane w układach (systemach) otwartych lub względnie odosobnionych tj. takich, które mają kontakt z otoczeniem, a ich funkcjonowanie wiąże się z wymianą strumieni informacji, przepływów materiałowych, energetycznych i finansowych z tym otoczeniem (Gościński, 1968, s. 17). W modelach cybernetycznych sterowanie odbywa się za pomocą oddzielnego układu sterującego korzystającego z sygnałów kierowanych do niego za pośrednictwem tzw. sprzężeń zwrotnych. Sprzężenia zwrotne zapewniają możliwość wzajemnego oddziaływania układu sterującego bezpośrednio na układ sterowany, a pośrednio na otoczenie zewnętrzne. Funkcjonowanie systemów cybernetycznych przedstawia się jako transformację (przekształcenie) wejść systemowych (informacyjnych, energetycznych, materiałowych) na wyjścia skierowane do pewnego otoczenia systemowego.

Podstawową cechą układów cybernetycznych jest więc istnienie sprzężenia zwrotnego, które polega na przekazywaniu informacji o stanie wyjścia z powrotem na wejście układu, dzięki temu układ jest informowany o wyniku swego działania, co może być wykorzystane do dostosowania układu do konkretnych potrzeb. W efekcie następuje celowe korygowanie pracy układu. Bada ona układy na które można racjonalnie oddziaływać za pomocą bodźców przez tzw. wejście układu. Na podstawie badań układu ustalane są zależności matematyczne wiążące wyjścia z wejściami oraz projektowane są dodatkowe układy (regulatory) za pomocą, których wprowadzane są dodatkowe zależności i warunki normatywne.

Charakterystyczne dla cybernetyki pojęcie „czarnej skrzynki” należy rozumieć jako urządzenie, o którym wiemy jak zmienia sygnały wejściowe na wyjściowe lecz nie wiemy jak zbudowane jest w środku. Według definicji leksykalnej „Czarna skrzynka – urządzenie,

którego budowa nie jest znana, znane są jedynie stany jego wejść i wyjść” (*Leksykon*, 1984, s. 119). W cybernetyce bada się układy jedynie z punktu widzenia ich działania, pomijając szczegóły ich wewnętrznej konstrukcji i dąży się przy tym do wykrycia analogii funkcjonalnych w działaniu różnorodnych układów, np. maszyn i organizmów żywych czy grup społecznych, systemów gospodarczych. Pozwala to wykrywać wspólne prawa obowiązujące w różnych dziedzinach i łącznie rozpatrywać zarówno działania urządzeń technicznych, jak i żywych organizmów czy pewnych struktur i systemów społecznych czy ekonomicznych.

W cybernetyce jedną z popularnych metod badawczych jest „metoda czarnej skrzynki”. Badanie czarnej skrzynki polega na badaniu związków pomiędzy stanami wejściowymi i wyjściowymi dowolnego układu – technicznego, społecznego, ekonomicznego. W przedsiębiorstwie na wejściu mamy informacje o zasobach, tj. pracę, środki pracy, kapitał oraz zakłócenia (zmiany przepisów podatkowych, zmiany kursów walut, oprocentowanie bankowe czy koniunktura rynkowa itd.), a na wyjściu informacje o produktach, wyniku finansowym czy przepływach *Cash Flow*. Badacz cybernetyczny, analizując dane na wejściu i wyjściu, zastanawia się nad tym, co dzieje się w układzie, jakie zachodzą zależności, reakcje, jakie czynniki oddziałują na zasoby, że zasoby są przetwarzane w określone produkty.

Współczesne zmienne otoczenie przedsiębiorstw, z jednej strony stwarza im szanse na przetrwanie i rozwój, z drugiej zaś, poprzez niepewność i wysoki poziom ryzyka niesie różne zagrożenia, które zakłócają stabilne funkcjonowanie. Synchronizacja wymagań rynku z potencjałem operacyjnym przedsiębiorstw wymaga racjonalnych decyzji opartych na dobrze przygotowanych i przetworzonych informacjach, co stanowi warunek konieczny przetrwania i zachowania konkurencyjności rynkowej. Aby spełnić ten warunek niezbędne są drożne kanały komunikacyjne z całym otoczeniem rynkowym i natychmiastowa reakcja organów menedżerskich na stwierdzone zagrożenia. Najbardziej efektywne komunikacje i skuteczne reakcje gwarantują modele cybernetyczne oparte na informacyjnej pętli sprzężenia zwrotnego i odpowiednich mechanizmach autoregulacji.

## 1. ZARZĄDZANIE STRATEGICZNE NA POZIOMIE PROSTEGO MODELU TYPU P

Pojęcie przedsiębiorstwa (*Company, Enterprise, Corporate*) może być definiowane na wiele sposobów, choć w ujęciu prawnym ma trzy podstawowe znaczenia: podmiotowe, przedmiotowe i funkcjonalne. W znaczeniu podmiotowym zgodnie z Ustawą o swobodzie działalności gospodarczej z dnia 2 lipca 2004r. (art. 4. ust. 1) „...przedsiębiorcą jest osoba fizyczna, osoba prawna i jednostka organizacyjna wykonująca we własnym imieniu

działalność gospodarczą”. Według Kodeksu Cywilnego w znaczeniu przedmiotowym „...przedsiębiorstwo jest zorganizowanym zespołem składników niematerialnych i materialnych przeznaczonym do prowadzenia działalności gospodarczej”. Wreszcie w znaczeniu funkcjonalnym Kodeks Spółek Handlowych przedsiębiorstwo definiuje jako „...stałą i zawodową działalność gospodarczą” (art. 8, §2, art. 22, §1). Zgodnie z orzecznictwem Europejskiego Trybunału Sprawiedliwości, przedsiębiorstwem w rozumieniu wspólnotowego prawa konkurencji jest „...każda jednostka zaangażowana w działalność gospodarczą, bez względu na jej status prawny oraz sposób finansowania” (Szydło, 2006, s. 14). Aspekt cybernetyczny w definicji przedsiębiorstwa mocno eksponuje J. Kay (1991, s. 57): „...firma to czarna skrzynka przetwarzająca strumień wejścia w strumień wyjścia zgodnie z pewnymi relacjami technicznymi, utożsamiana z jednoosobowym właścicielem, który jest doskonale poinformowany i racjonalny”.

Dla naszych potrzeb przedsiębiorstwo można zdefiniować jako podmiot (układ), transformujący określone czynniki produkcji w określone dobra i usługi rynkowe. Efektywność tego procesu jest w gruncie rzeczy wypadkową właściwego sterowania i rozmaitych okoliczności i uwarunkowań rynkowych. Sterowanie oznacza proces podejmowania racjonalnych decyzji w różnych sferach, które mają niejednokrotnie różny horyzont czasowy. Odbywa się ono na podstawie dostarczanych informacji, a ważnym ich źródłem są różnego rodzaju analizy, które w większości dotyczą jedynie pewnych wyselekcjonowanych sfer działania, rzadko obejmując przedsiębiorstwo całościowo. Narzędziem, które może wydatnie wspomóc zarządzanie firmą, jest kompleksowy model przedsiębiorstwa, opracowany, np. w konwencji matematycznej, cybernetycznej czy symulacyjnej (Kowalewski, 2008).

W sensie cybernetycznym (sterowniczym) współczesne przedsiębiorstwo ( $P$ ) zaliczane do szerokiej klasy podmiotów gospodarczych można przedstawić jako klasyczny układ sterowany posiadający wejście zasileniowe, wyjście produktywne i realizujące określone strategie działania (mechanizmy sterownicze). Na wejściu po stronie podażowej modelowego przedsiębiorstwa występuje strumień zasileniowy  $X$  reprezentujący pewne zasoby warunkujące funkcjonowanie przedsiębiorstwa (Skowronek, Sarjusz-Wolski, 1999, s. 94). W ogólności będą to zasoby kadrowe (*Know-How*) ( $X_1$ ), informacyjne ( $X_2$ ), materiałowe ( $X_3$ ) i finansowe ( $X_4$ ) zaliczane do strumienia podażowego:

$$X = \{X_1, X_2, X_3, X_4\} \quad (1)$$

Strumień wyjściowy ( $Y$ ) reprezentujący stronę popytową utożsamiany jest najczęściej z produkcją finalną przedsiębiorstwa odnoszoną do produktów materialnych (wyroby gotowe) ( $Y_1$ ) lub produktów niematerialnych (usługi) ( $Y_2$ ) – materialne i niematerialne (Rys. 1).

$$Y = \{Y_1, Y_2\} \quad (2)$$

Należy w tym miejscu podkreślić, że niektóre usługi zwłaszcza logistyczne zaliczane są do tzw. usług materialnych, czego przykładem są usługi transportowe czy magazynowe.



Rys. 1. / Fig. 1. Prosty model cybernetyczny przedsiębiorstwa rynkowego

Źródło: Opracowanie własne.

Ze względu na przyjęte podejście cybernetyczne, symbolizujące przedsiębiorstwo jako względnie odosobniony układ sterowania  $P$  w dalszych rozważaniach będziemy traktować je jako rodzaj „czarnej skrzynki”, której struktura organizacyjno-funkcjonalna jest mniej istotna w stosunku do sposobu transformacji strumieni wejściowych na strumienie wyjściowe. Jak wiadomo w układach cybernetycznych odbywa się to za pomocą pewnej funkcji wyrażonej matematycznie, w szczególności analitycznej przekształcającej sygnały wejściowe w sygnały wyjściowe. Z formalnego punktu widzenia cybernetyczna czarna skrzynka dokonuje transformacji wejściowego wektora zasileniowego  $X$  w wyjściowy wektor produktywności  $Y$  w obecności przyjętych mechanizmów (algorytmów)  $P$  działania tej skrzynki:

$$Y = P(X) \cup P: X \rightarrow Y \quad (3)$$



Każde przedsiębiorstwo rynkowe  $P$ , jako prakseologiczny układ celowego działania ma do spełnienia określoną misję rynkową ( $M$ ) wynikającą z przyjętej koncepcji działania. Misję tą realizuje za pomocą odpowiednich strategii (planów) rynkowych ( $\alpha(T)$ ) i bieżących działań (procedur) operacyjnych ( $\beta(t)$ ).

$$M = \{\alpha(T), \beta(t)\} \quad (4)$$

gdzie:

$\alpha(T)$  - długofalowe plany strategiczne przedsiębiorstwa,

$\beta(t)$  - bieżące procedury i działania operacyjne.

W przypadku przedsiębiorstwa mechanizm transformacji czarnej skrzynki  $P$  będziemy utożsamiać z jego rynkową misją realizowaną za pomocą odpowiednich koncepcji strategicznych  $\alpha(T)$ , i rzeczywistych procedur operacyjnych  $\beta(t)$ :

$$P = f(\alpha(T), \beta(t), X) \quad (5)$$

Należy podkreślić, że funkcjonowanie współczesnych przedsiębiorstw rynkowych przebiega w złożonym otoczeniu wewnętrznym i zewnętrznym, przy dużym udziale rynkowych oddziaływań w postaci czynników celowych i niecelowych, zdeterminowanych i niezdeterminowanych, a także losowych i probabilistycznych. Głównym zadaniem kierowniczych organów menedżerskich jest antycypowanie tych czynników i celowe sterowanie przedsiębiorstwem, zgodnie z przyjętą misją rynkową. W pierwszej kolejności należy zdeterminować cele i misję danego przedsiębiorstwa, co praktycznie oznacza określenie obrazu wektora produktywności, w sensie jego właściwości ilościowo-jakościowych.

Formalnie pojęcie produktywności J. Penc (1997, s. 341) definiuje jako „...stosunek ilościowy między rozmiarem produkcji i rozmiarem jednego lub kilku czynników zaangażowanych w jej uzyskanie”. Jeszcze inaczej ten sam autor produktywność odnosi do „...stosunku ilości wyjść (produktów) systemu do ilości zasobów wejściowych zużytych do ich wytworzenia”. Wysoka konkurencyjność gospodarki rynkowej zmusza przedsiębiorstwa do nieustannego podnoszenia produktywności i poszukiwania innowacyjnych metod jej

wzrostu. Najwyższe światowe kryteria podnoszenia produktywności występują w gospodarce japońskiej, czego doskonałym przykładem są nowoczesne technologie zarządzania, takie jak np.: *Kaizen*, *Just in Time*, *Lean Management*, *Kan-Ban*, *Keiretsu* czy dedykowana technologia *Toyota Production System* (Witkowski, 1998).

Tradycyjnie w gospodarce rynkowej duży udział w kreowaniu wektora produktywności ma prognozowanie potrzeb rynkowych ( $K_1$ ), jako podstawa sporządzania wszelkich planów biznesowych. Równie istotny jest poziom konkurencji rynkowej ( $K_2$ ) reprezentowany przez ogół przedsiębiorstw z pewnego otoczenia biznesowego, a także obowiązujące rynkowe standardy obsługi klienta ( $K_3$ ), co zapiszemy symbolicznie jako:

$$Y = P(X, K_i; \quad i = 1, 2, 3) \quad (6)$$

Z formalnego punktu widzenia dla zapewnienia poprawnego sterowania (optymalnego zarządzania) przedsiębiorstwem ( $Q^*$ ) w określonym horyzoncie planistycznym ( $T$ ) niezbędna jest znajomość misji przedsiębiorstwa  $M(T)$ , w tym przypadku utożsamiana z funkcją transformacji  $P$  oraz wielkość strumieni zasilających  $X$  i produktywnych  $Y$ , a także aktualnych i antycypowanych zakłóceń ( $V$ ), co symbolicznie obrazuje następujące wyrażenie:

$$Q(T) = Q^* \Leftrightarrow M = M(T) \wedge X = X(T) \wedge Y = Y(T) \wedge V = V(T) \quad (7)$$

W prostych układach cybernetycznych rozpatrywanych na szczeblu strategicznym operatorową funkcję transformacji  $P$  określa się za pomocą jednej uogólnionej zmiennej obrazującej technologię funkcjonowania czarnej skrzynki ze względu na przekształcanie sygnału wejściowego  $X$  do postaci sygnału wyjściowego  $Y$ :

$$Y = P(X) \quad (8)$$

Umownie przyjęty we wzorze (3) operator  $P$  dokonuje przekształcenia stanu wejścia  $X$  na stan wyjścia  $Y$ , a sposób transformacji odbywa się według zawartej w operatorze  $P$  procedury (algorytmu). W przypadku tak złożonego systemu jak modelowe przedsiębiorstwo

rynkowe zdefiniowanie operatora  $\mathbf{P}$  jest zadaniem bardzo trudnym, co wynika m.in. z faktu, że funkcjonuje ono w bardzo złożonym i dynamicznym środowisku globalnym i najczęściej posiada naturę losową i stochastyczną. Jak wynika ze wzoru (8) stan wyjścia, czyli oczekiwany poziom produktywności  $\mathbf{Y}$  jest zależny od poziomu zasileń  $\mathbf{X}$  i postaci operatora (funkcji transformacji)  $\mathbf{P}$ , czyli biznesowych standardów i reguł postępowania obowiązujących w danym przedsiębiorstwie.

W klasycznej teorii regulacji definiuje się analityczną postać operatora  $\mathbf{P}$  jako iloraz stanu wejścia  $\mathbf{X}$  do wyjścia  $\mathbf{Y}$  i liczbę tą nazywa się przepustowością lub transmitancją układu:

$$\mathbf{P} = \mathbf{Y}/\mathbf{X} \rightarrow \mathcal{R}^* \quad (9)$$

gdzie:

$\mathcal{R}^*$  - liczba rzeczywista jako wskaźnik jakości działania.

Operator  $\mathbf{P}$  z reguły jest liczbą niemianowaną charakteryzującą możliwości kontrolowanego (deterministycznego, adaptacyjnego lub stochastycznego) oddziaływania na wektor (sygnał) wejściowy  $\mathbf{X}$  celem przekształcenia go do żądanej postaci wektora wyjściowego  $\mathbf{Y}$ .

Teoretycznie, na gruncie teorii regulacji transmitancja dowolnego układu  $\mathbf{P}$  może zmieniać stan wyjścia na trzy sposoby, co w odniesieniu do rozpatrywanego systemu biznesowego oznaczać będzie odpowiednio:

$\mathbf{P} > \mathbf{1}$  – wzmocnienie wektora produktywności  $\mathbf{Y}$ ,

$\mathbf{P} = \mathbf{1}$  – stabilizacja wektora produktywności  $\mathbf{Y}$ ,

$\mathbf{P} < \mathbf{1}$  – osłabienie wektora produktywności  $\mathbf{Y}$ .

W zależności od wartości operatora (technologii)  $\mathbf{P}$  i pewnego horyzontu planistycznego  $T$  teoretycznie można rozpatrywać trzy przypadki jego oddziaływania na wyjściowy wektor produktywności  $\mathbf{Y}$ :

$P(T) > 1 \Rightarrow Y \nearrow$  - trend progresywny i rozwój przedsiębiorstwa,

$P(T) = 1 \Rightarrow Y \rightarrow$  - stabilizacja biznesowa przedsiębiorstwa,

$P(T) < 1 \Rightarrow Y \searrow$  - trend regresywny i trudności biznesowe.

Z punktu widzenia problematyki gospodarczej najbardziej pożądanym jest przypadek  $P(T) > 1$  gwarantujący wzrost szeroko rozumianej produktywności i pomyślną koniunkturę biznesową. Przypadek ten oznacza, że przedsiębiorstwo przekracza zakładane cele biznesowe i w pełni realizuje swoją misję rynkową (4). Przypadek  $P(T) = 1$  można interpretować jako stagnację i formalne utrzymywanie dotychczasowej pozycji biznesowej, bez perspektyw rozwojowych, co na dłuższą metę może generować różne zagrożenia, np. w zakresie rozwoju przedsiębiorstwa, modernizacji i wzrostu produkcji czy sprzedaży lub nawet utratę dotychczasowej pozycji rynkowej. Ostatni przypadek  $P(T) < 1$  oznacza regres i utratę walorów rynkowych decydujących o pozycji i konkurencyjności przedsiębiorstwa w określonym horyzoncie biznesowym. W dostatecznie długim horyzoncie czasowym  $T$  taka sytuacja może prowadzić do utraty zdolności konkurowania i docelowo do stanu upadłości.

Zasada racjonalnego gospodarowania nakazuje tak zarządzać przedsiębiorstwem (sterować układem), aby jego strategia rozwojowa (transmitancja układu) spełniała warunek progresywny  $P(T) > 1$ . Wynika stąd, że podstawowy problem sterowania w sensie cybernetycznym i zarządzania w aspekcie kierowniczym jest wspólny. W opinii Z. Gomółki (2000, s. 26) jest nim „...wyznaczanie wzorca pożądanego stanu działania systemu spełniającego w sterowaniu funkcję zmiennej normy układu regulacji, a planu w zarządzaniu”.

W prostym biznesowym układzie odniesienia, w którym transformacja  $P$  spełnia warunek  $P(T) > 1$  teoretycznie wzrost wektora wyjściowego  $Y$  może odbywać się jedynie kosztem wektora wejściowego  $X$ , co implikuje zależność:

$$P(T) > 1 \Leftrightarrow Y > X \quad (10)$$

Biorąc pod uwagę wyrażenie (9) i (10) widzimy, że aby maksymalizować wektor produktywności  $Y$  przy określonej wielkości funkcji transmitancji układu  $P$  należy minimalizować poziom wektora wejściowego  $X$ :

$$\mathbf{P} = \mathbf{const}: \mathbf{Y} \rightarrow \mathbf{max} \Rightarrow \mathbf{X} \rightarrow \mathbf{min} \quad (11)$$

Na gruncie ekonomiki przedsiębiorstwa postulat (11) może być interpretowany w kategoriach finansowych za pomocą klasycznej funkcji zysku:

$$\mathbf{Z}(\mathbf{T}) = \mathbf{D}(\mathbf{T})/\mathbf{K}(\mathbf{T}) \quad (12)$$

gdzie:

$\mathbf{Z}(\mathbf{T})$  - wartość zysku za okres  $\mathbf{T}$ ,

$\mathbf{D}(\mathbf{T})$  - uzyskane w okresie  $\mathbf{T}$  dochody (przychody),

$\mathbf{K}(\mathbf{T})$  - poniesione w okresie  $\mathbf{T}$  koszty (nakłady).

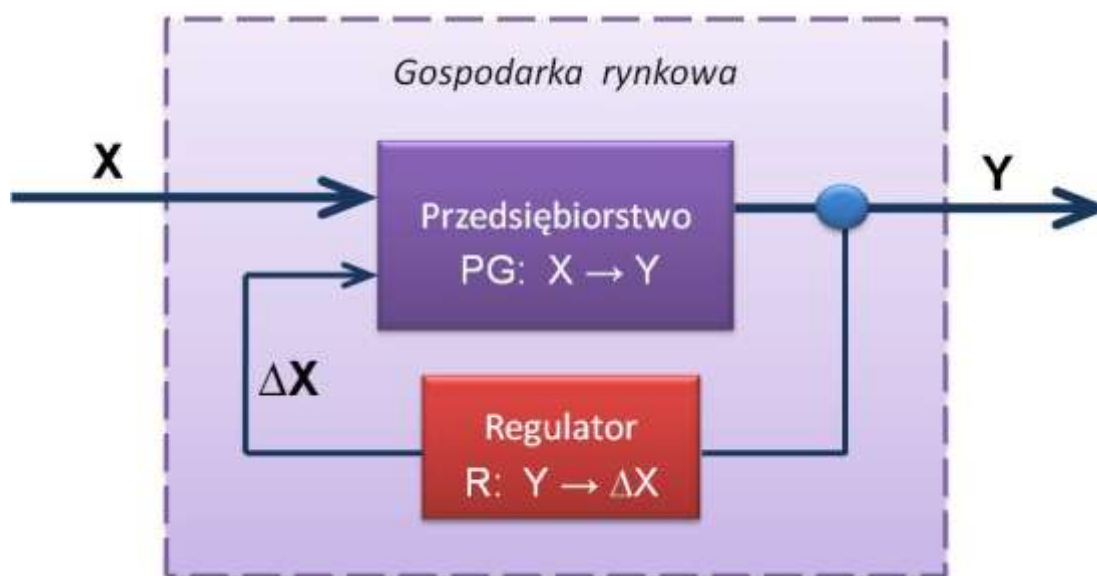
W przypadku otwartego systemu gospodarczego rzeczywista postać operatora transformacji  $\mathbf{P}$  jest wyrazem stopnia oddziaływania globalnego systemu biznesowego i implikuje znaczące konsekwencje dla bezpieczeństwa i efektywności funkcjonowania danego przedsiębiorstwa.

## 2. ZARZĄDZANIE OPERACYJNE ZA POMOCĄ REGULATORA STOSUNKÓW GOSPODARCZYCH

Omawiany dotychczas prosty model biznesowy prezentował pewien statyczny determinizm pozwalający na przekształcanie wektora sygnałów wejściowych  $\mathbf{X}$ , np. zasileniowych do postaci wektora sygnałów wyjściowych  $\mathbf{Y}$  przy aktywnym oddziaływaniu pewnego operatora systemowego  $\mathbf{P}$ , charakteryzującego rozpatrywane przedsiębiorstwo. Operator  $\mathbf{P}$  można utożsamiać albo ze statycznym systemem decyzyjnym przedsiębiorstwa, albo z jego infrastrukturą biznesową.

Obecnie do przedstawionego na rys. 1 schematu dodamy dodatkowy kanał informacyjny i funkcjonujący w nim układ-regulator ( $\mathbf{R}$ ) uwzględniający szerokie spektrum

operacyjnych czynników dynamicznych i losowych występujących w wewnętrznym i zewnętrznym otoczeniu biznesowym. Ich uwzględnienie pozwala na dynamiczne sterowanie procesem transformacji wektorów podaźowych i popytowych ( $X \rightarrow Y$ ) w zależności od relacji między stanem wyjścia a stanem wejścia. W tak rozbudowanym modelu dołączony układ regulacji  $R$ , reprezentuje elastyczne działanie organów menedżerskich przedsiębiorstwa odpowiedzialnych przede wszystkim za nadzór zarządczy nad działaniami operacyjnymi skierowanymi bezpośrednio na rynek zewnętrzny (Rys. 2).



Rys. 2./Fig. 2. Przedsiębiorstwo jako adaptacyjny układ regulacji  $P|R$

Źródło: Opracowanie własne.

Wprowadzony regulator  $R$  symbolizujący oddziaływanie rynkowych czynników operacyjnych dokonuje transformacji części strumienia wyjściowego  $Y$  na poprawkę ( $\Delta X$ ), korygującą poziom produktywności przedsiębiorstwa  $Y$  stosownie do zakładanych strategii biznesowych. Jego działanie opiera się formalnie na idei czarnej skrzynki charakteryzującej się informacyjnym wejściem  $Y$  i wyjściem  $\Delta X$  oraz określoną transmitancją  $R$  tego regulatora. Jeśli przyjmiemy, że w regulatorze  $R$  zachodzi transformacja proporcjonalna, to wówczas poprawka, jaką wnosi regulator do wejścia układu regulowanego wynosi:

$$\Delta X = R \times Y \quad (13)$$

gdzie:

$R$  – transmitancja regulatora związana z czynnikami operacyjnymi,

$Y$  – wyjściowy wektor produktywności,

$\Delta X$  – poprawka wnoszona do systemu decyzji operacyjnych.

Wprowadzając poprawkę  $\Delta X$  stan wyjścia  $Y$  całego układu regulowanego - przedsiębiorstwa  $P|R$  zapiszemy ostatecznie jako:

$$Y = P(X + \Delta X) = P(X + RY) = PX + PRY \quad (14)$$

gdzie:

$P|R$  – transmitancja całego układu regulowanego uwzględniającego funkcjonowanie regulatora  $R$  i oddziaływanie czynników rynkowych.

Stąd po prostych przekształceniach otrzymujemy:

$$Y = \frac{P}{1 - PR} X \quad (15)$$

Wyrażenie (15) nosi nazwę podstawowego wzoru teorii regulacji i pokazuje związek między stanem wyjścia – w naszym przypadku poziomem produktywności  $Y$ , a stanem wejścia odnoszonym do wektora zasileń biznesowych  $X$ , po uwzględnieniu poprawki  $\Delta X$  jaką wnosi regulator  $R$  do całego systemu gospodarczego  $P|R$ .

Jak wynika ze wzoru (15) gdyby regulatora  $R$  nie było ( $R = 0$ ) wówczas przepustowość całego układu regulacji wynosi  $P$ . Dołączenie regulatora  $R$  powoduje, że prawą stronę wzoru  $Y = P \times X$  mnożymy przez czynnik charakteryzujący działanie regulatora  $R$ :

$$\frac{1}{1 - PR} \quad (16)$$

i ostatecznie otrzymujemy:

$$Y = \frac{1}{1 - PR} PX \quad (17)$$

Na podstawie wzoru (17) stwierdzamy, że pierwszy czynnik określa działanie regulatora  $R$ , drugi natomiast działanie układu regulowanego  $P$ . Czynniki (16) wyraża działanie sprzężenia zwrotnego w układzie regulacji i dlatego jest nazywany operatorem sprzężenia zwrotnego. Przez analogię do wzoru (9) wyrażenie (17) możemy zapisać w postaci następującej funkcji niejawnej:

$$Y = f(X, P, R) \quad (18)$$

gdzie:

$f(X, P, R)$  – niejawna funkcja trzech zmiennych  $X$ ,  $P$  i  $R$ .

Za pomocą formuły (18) możemy określić, jaki powinien być stan wejścia  $X$ , aby przy danych charakterystykach  $P|R$  uzyskać pożądany wynik na wyjściu  $Y = Y^*$ . W tym celu we wzorze (17) podstawiamy  $Y = Y^*$  i wyznaczamy wektor wejściowy  $X$ :

$$Y = Y^* \Rightarrow X = \frac{1 - PR}{P} E = X^* \quad (19)$$

gdzie:

$Y^*$  – pożądany poziom wektora produktywności,

$E$  – współczynnik efektywności badanego systemu.

Jeśli natomiast wektor wejściowy  $X$  jest już zadany i przyjmuje, np. wartość  $X = X^*$ , to możemy określić przepustowość regulatora  $R$  potrzebną, aby otrzymać żądany poziom wektora wyjściowego  $Y = Y^*$ :



$$Y = Y^* \Rightarrow R = \frac{E - SX}{SE} = R^* \quad (20)$$

gdzie:

$R^*$  – pożądana wartość transmitancji regulatora  $R$ .

Wprowadzenie regulatora  $R$  do systemu gospodarczego przedsiębiorstwa pozwoliło na bieżące korygowanie stanu wyjścia  $Y$  w zależności od aktualnego stanu wejścia  $X$  i bieżących uwarunkowań rynkowych. W efekcie istnieje możliwość elastycznego kształtowania wektora produktywności  $Y$  na takim poziomie, który jednocześnie gwarantuje realizację misji rynkowej przedsiębiorstwa zgodnie zarówno z założonymi celami strategicznymi  $\alpha(T)$ , jak też bieżącymi wymaganiami operacyjnymi  $\beta(t)$ .

Jak wynika ze wzorów (19) i (20), aby uzyskać żądany poziom strumienia produktywności  $Y = Y^*$  można sterować albo wektorem zasileń  $X = X^*$  (19), albo mechanizmem działania regulatora  $R = R^*$  (20). W praktyce biznesowej bezpośrednie sterowanie wektorem zasileń  $X$  jest procesem niezwykle złożonym i wymaga dużego wysiłku ze strony organów menedżerskich przedsiębiorstwa rozłożonego na przestrzeni dłuższego horyzontu czasowego, odnoszonych do decyzji strategicznych. W praktyce gospodarczej znacznie łatwiej jest kształtować strumień produktywności  $Y$  za pomocą regulatora  $R$  dobierając odpowiednie parametry jego funkcjonowania. W kategoriach ekonomicznych oznacza to elastyczne kształtowanie planów operacyjnych i szybkie reagowanie na stwierdzone odchylenia rynkowe.

Interpretując poprawkę  $\Delta X$  na gruncie podmiotów gospodarczych należy zauważyć, że symbolizuje ona bieżące decyzje operacyjne podejmowane przez odpowiednie organa menedżerskie w efekcie zaistniałej rozbieżności między aktualną wielkością wyjściowego strumienia produktywności  $Y$  a założoną normą  $Y^*$ . Zgodnie z wyrażeniem (14) poprawka decyzyjna  $\Delta X$  powinna spowodować korektę wektora wyjściowego do żądanego poziomu  $Y = Y^*$ . Przykładowo korekta  $\Delta X$  może być złożonym funkcjonałem takich zmiennych (funkcji)  $(f_i(t))$  jak, np.:

$$\Delta X = F(f_i(t); \quad i = \overline{1, I}) \quad (21)$$

gdzie:

- $f_1(t)$  – aktualny poziom konkurencyjności rynkowej,
- $f_2(t)$  – nowoczesność i jakość strumienia produktywności,
- $f_3(t)$  – pozycja i potencjał rynkowy przedsiębiorstwa,
- $f_4(t)$  – skuteczność działań marketingowo-promocyjnych,
- $f_5(t)$  – rynkowe standardy obsługi klienta.

We wzorze (21) zwraca uwagę fakt, że wszystkie funkcje wewnętrzne  $f_i(t)$  są funkcjami zmiennej czasowej  $t$ . Oznacza to, że poprawka  $\Delta X$  wypracowana przez regulator  $R$  ma postać parametru dynamicznego (stochastycznego) charakteryzującego aktualne możliwości produkcyjne (usługowe) i bieżącą pozycję przedsiębiorstwa w określonym środowisku rynkowym. Dlatego korygujące działanie operatora  $R$  jest odnoszone do zarządzania przedsiębiorstwem na poziomie operacyjnym i wnosi elastyczne reagowanie na bieżące sytuacje i wymuszenia rynkowe.

## ZAKOŃCZENIE

Uniwersalne podejście cybernetyczne w zarządzaniu ekonomicznym znajduje zastosowanie we wszystkich branżach i sektorach gospodarczych na poziomie mikro i makroekonomicznym, krajowym i międzynarodowym. Historycznie najpełniej zostało wykorzystane przy analizach makroekonomicznych dotyczących gospodarki narodowej. Najbardziej znany w literaturze przypadek dotyczy tzw. mnożnika Keynesa definiujący wpływ inwestycji na poziom dochodu (Rose, 1973, s. 102). W podejściu cybernetycznym wpływ ten można wyrazić za pomocą pewnego współczynnika sprzężenia zwrotnego. Teorię układów cybernetycznych można uogólnić na poziomie mikro i makroekonomicznym wykorzystując założenie, że ekonomia przedsiębiorstwa czy kraju ma charakter homeostatyczny i można oddziaływać na jej stan za pomocą mechanizmu sprzężeń zwrotnych. W tym względzie duże nadzieje wiążą się z modelowaniem matematycznym, metodami badań operacyjnych i będących ich zwieńczeniem badaniami symulacyjnymi.

Jak wiadomo badanie „żywych” systemów społeczno-gospodarczych nie można racjonalnie prowadzić tradycyjnymi metodami eksperymentalnymi, a jedynie na drodze modelowania matematycznego, za pomocą bardzo efektywnych metod symulacji komputerowej. W tym celu każdą, dowolnie skomplikowaną organizację gospodarczą należy

opisać w konwencji modelu cybernetycznego, szczególnie akcentując jej związki i relacje z zewnętrznym otoczeniem biznesowym za pomocą systemu sprzężeń zwrotnych. Zaawansowane biznesowe modele cybernetyczne pozwalają na bazie metod badań operacyjnych i nowoczesnej symulacji komputerowej skutecznie analizować zarówno aktualną sytuację gospodarczą, jak też antycypować jej stan w pewnych horyzoncie prognostycznym. Narzędzia i metody tzw. cybernetyki ekonomicznej są dziś powszechnie używane w analizach i prognozach gospodarczych zarówno na poziomie mikro, jak też makroekonomicznym.

Otwarty, transgraniczny system gospodarki globalnej sprawia, że cybernetyczna pętla sprzężenia zwrotnego, jako aktywny kanał informacji źródłowej płynącej z otoczenia rynkowego przedsiębiorstwa jest warunkiem koniecznym jego stabilnego trwania i realnego rozwoju. Reakcja organów menedżerskich na te sygnały musi być natychmiastowa, merytoryczna i adekwatna do stwierdzonych odchyłeń w zakresie realizowanych strategii biznesowych lub bieżących planów operacyjnych. W tym miejscu należy zgodzić się ze stwierdzeniem, że „...wprowadzenie metod cybernetycznych w ekonomii pozwoli na lepszą orientację w całokształcie procesów gospodarczych, a tym samym na optymalizację działań sterujących i informacyjnych w tych procesach” (Kulik, Tadeusiewicz, 1974, s. 314).

Ostatnio coraz więcej uwagi skupiają problemy wielkich (złożonych) systemów, tj. takich których integralną składową jest człowiek (decydent), odpowiedzialny za świadome i celowe działanie tego systemu. Zastosowanie metod cybernetyki w systemach wielkich zaliczane do sfery tzw. cybernetyki wyższej ma umożliwić wykrywanie prawidłowości dotyczących struktury i działania układów o wielkiej złożoności i dynamice przeobrażeń, takich jak organizmy żywe, mózg człowieka, przedsiębiorstwo, społeczeństwo, państwo. W szczególności wielki system cybernetyczny może być przetransponowany na przedsiębiorstwo, które odpowiada względnie odosobnionemu układowi samoregulacji, który może być odpowiednio sterowany, na drodze racjonalnego (optymalnego) kierowania i zarządzania menedżerskiego. Pełną skuteczność takiej transformacji wykazano powyżej, co potwierdza postawioną na wstępie tezę o uniwersalności i wielkiej przydatności podejścia cybernetycznego do badań rynkowych systemów ekonomiczno-gospodarczych.

## LITERATURA

1. Ansoff H. I. (1985), *Zarządzanie strategiczne*. PWE Warszawa.
2. Ashby W. R., (1963), *Wstęp do cybernetyki*. PWN, Warszawa.
3. Dz. U. z dn. 2 lipca 2004r. Nr 173, poz. 1807 z późn. zm., art. 4, ust. 1.
4. Ficoń K. (2001), *Systemy informatyczne przedsiębiorstw*. BEL Studio Warszawa.
5. Ficoń K. (2006), *Badania operacyjne stosowane. Modele i aplikacje*. BEL Studio Warszawa.
6. Gomółka Z., (2000), *Cybernetyka w zarządzaniu*. A.Wyd. Placet Warszawa.
7. Gościński J.W. (1968), *Elementy cybernetyki w zarządzaniu*. PWN, Warszawa.
8. Kay J. (1991), *Economics and Business*, "The Economic Journal", January 1991, no 101.
9. Kempisty M. (1973), *Mały słownik cybernetyczny*. WP Warszawa.
10. Kodeks Cywilny, art. 55. Ustawa z dnia 23 kwietnia 1964 r., Dz.U. Nr 16, poz. 93 z późn. zm.
11. Kodeks Spółek Handlowych z dn. 15 września 2000 r., art. 8 §2 i art. 22 §1. Dz.U. Nr 94, poz. 1037,
12. Kossecki J. (1975), *Cybernetyka społeczna*. PWN Warszawa.
13. Kowalewski J. (2008), *O modelowaniu przedsiębiorstwa w ujęciu cybernetycznym*. Zeszyty Naukowe AE Poznań nr 104/2008.
14. Koźmiński A.K., Piotrowski W. (1996), *Zarządzanie. Teoria i praktyka*, WN PWN, Warszawa.
15. Kulik Cz., Tadeusiewicz R. (1974), *Elementy cybernetyki ekonomicznej*. AE Kraków.
16. Lange O. (1965), *Wstęp do cybernetyki ekonomicznej*. PWN Warszawa.
17. Leksykon Naukowo-Techniczny (1984) WN-T Warszawa.
18. Penc J. (1997), *Leksykon biznesu*. A. Wyd. Placet Warszawa.
19. Penc J. (2002), *Zarządzanie strategiczne. Perspektywiczne myślenie - systemowe działanie*. A. Wyd. Placet Warszawa.
20. Rose J. (1973), *Anatomia i fizjologia automatyzacji*. WP Warszawa.
21. Skowronek Cz, Sarjusz-Wolski Z. (1999), *Logistyka w przedsiębiorstwie*. PWE, Warszawa.

22. Szydło M. (2006), *Swobody rynku wewnętrznego a reguły konkurencji. Między konwergencją a dywergencją*, Wyd. Dom Organizatora, Toruń.
23. von Bertalanffy L. (1984), *Ogólna teoria systemów. Podstawy, rozwój, zastosowania*. PWN Warszawa.
24. Wiener N. (1948), *Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine*. MIT-Press, New York.
25. Witkowski J. (1998), *Logistyka firm japońskich*. AE Wrocław.
26. Zieleniewski J. (1974), *Współczesne problemy zarządzania*. PWE Warszawa.