

Systemy złożone – wyzwanie dla zarządzania logistycznego³

Przedsiębiorstwa są typowymi przykładami systemów złożonych. Zarządzanie nimi, jako zbiorami wielu synergicznych powiązanych ze sobą elementów, wymaga zatem wiedzy i narzędzi z zakresu cybernetyki i teorii systemów. To stwierdzenie odnosi się także do zarządzania logistycznego – jednej z najdynamiczniej rozwijających się dziedzin zarządzania. Wiedza systemowa jest tu potrzebna, ponieważ umożliwia sprawniejsze identyfikowanie i eliminowanie powstających w przedsiębiorstwie-systemie sprzeczności oraz udoskonalanie go tak, aby jego elementy synergiczne ze sobą współdziałały. W artykule podjęto zagadnienie zarządzania logistycznego systemami złożonymi. Przedstawiono definicję i właściwości takich systemów, a następnie wskazano na korzyści podejścia systemowego w opisie i modelowaniu procesów zarządzania logistycznego.

Podejście systemowe w zarządzaniu

Struktury systemów, z których istnienia menedżerowie nie zdają sobie sprawy, czynią ich łatwo swymi więźniami. Wskazuje na to choćby prosta gra piwna – laboratoryjny model systemu produkcji i dystrybucji, który pozwala wyraźniej zobaczyć upośledzenia we wzajemnych relacjach producenta, hurtownika i detalisty [20]. Gracze mają swobodę podejmowania decyzji. Ich celem jest maksymalizacja zysku. Jednak system, za sprawą występujących w nim opóźnień przepływów, traci równowagę po jednorazowym zwiększeniu zakupów przez klientów. Z tą chwilą producent, hurtownik i detalista zaczynają borykać się z kłopotliwymi oscylacjami. Zwykle towarzyszy temu przekonanie, że taki właśnie przebieg ma zapotrzebowanie konsumentów, choć ono – poza jednym krótkotrwałym wzrostem – pozostaje niezmiennie. Uczestnicy gry piwnej odkrywają, że to system jest przyczyną swego własnego zachowania. Efekt zbyt dużego zamówienia złożonego przez detalistę ulega wzmocnieniu i dezorganizuje działanie całego systemu.

Gra piwna jest przykładem podejścia systemowego w zarządzaniu logistycznym. Pokazuje ona, że w systemach produkcji i dystrybucji nie da się zupełnie wyeliminować problemu cykliczności zmian zapasów i zaległości, jednak już samo ograniczenie reaktywności decydentów pozwala skutecznie zmniejszyć skalę tego zjawiska. Owo głębsze rozumienie systemu powstaje dzięki obserwacji działania jego dynamicznego modelu.

Systemy należy poznawać i badać, szczególnie jeśli się nimi zarządza [6]. Nie dziwi zatem, że już od połowy lat 60. XX wie-

ku silną pozycję w skali światowej zyskała systemowa szkoła organizacji i zarządzania. Rosło zainteresowanie teoretyków zarządzania metodami, które ułatwiałyby przewidywanie zmian w otoczeniu organizacji i dostosowywanie się do nich [5]. Szkoła systemowa, czerpiąc ze sfery pojęciowej teorii systemów, dokonała syntezy i integracji osiągnięć klasycznej szkoły zarządzania, szkoły badań operacyjnych, systemów społecznych oraz szkoły neoklasycznej [16]. Systemowy nurt w naukach o zarządzaniu pozostawił trwały ślad w sferze pojęciowej. Mniej (zwłaszcza w polskiej rzeczywistości) zacerpnięto ze sfery metodologicznej teorii systemów w jej ścisłym znaczeniu, to jest ze sformalizowanego opisu matematycznego systemów oraz ich modelowania i symulacji. Koźmiński [12] wyjaśnia jednak, że wiele ważnych obszarów decyzyjnych w organizacjach ze swej natury (wielorakość i jakościowy charakter) nie poddaje się modelowaniu. W takich przypadkach zastosowanie znajdą systemowe modele opisowe. Niemniej istnieją takie dziedziny zarządzania przedsiębiorstwem, gdzie raz opracowany model można stosować przez wiele lat, aż do momentu zmiany istotnych warunków, w których był on opracowywany [12]. W zarządzaniu logistycznym może to być model optymalizacji zapasów, zatrudnienia, zarządzania gotówką, obsługi zamówień czy transportu. Tam, gdzie stosowanie modeli symulacyjnych byłoby zbyt czasochłonne, można w ramach podejścia systemowego zastosować modele opisowe. Najskuteczniejsze byłoby jednak objęcie badaniem systemowym całej organizacji. Warto jest przy tym łączyć matematyczne modele symulacyjne z modelami opisowymi. Modele te służą sobie bowiem wzajemnie jako instrumenty kontroli, weryfikacji i modyfikacji w trakcie stosowania analizy systemowej w rozwiązywaniu problemów z zakresu zarządzania. Tak pozyskana wiedza systemowa wspiera, a nierzadko wręcz warunkuje sprawność i skuteczność zarządzania.

Kontekst systemowy logistyki i zarządzania logistycznego

Ewolucyjny charakter logistyki utrudnia przypisanie tej dziedzinie jednej uniwersalnej definicji [4]. Wśród jej istniejących określeń uwidacznia się jednak kontekst systemowy. Pod ogólnym pojęciem logistyki kryje się podporządkowany określonym celom proces planowania, realizowania i kontrolowania sprawnych i efektywnych ekonomicznie przepływów. Przepływy te, w zależności od rozpatrywanej specyfiki zagadnień logistycznych, mogą być rozmaite. Można mówić

¹ Dr inż. M. Dacko – Uniwersytet Rolniczy im H. Kołłątaja w Krakowie, Wydział Rolniczo-Ekonomiczny, Instytut Ekonomiczno-Społeczny, Zakład Ekonomiki i Organizacji Rolnictwa.

² Dr hab. inż. Joanna Nowakowska-Grunt, Prof.PCz – Politechnika Częstochowska, Wydział Zarządzania, Instytut Logistyki i Zarządzania Międzynarodowego.

³ Artykuł recenzowany.

o przepływach surowców, materiałów, wyrobów gotowych, o przepływach dokumentów, danych i informacji w postaci elektronicznej, o przepływach dyfundującej wiedzy, wirtualnych pieniędzy. W ujęciu cybernetycznym różnorodność tą można uprościć do przepływów trzech kategorii, a mianowicie: informacji, materii i energii. Z kolei dynamika systemowa podpowiada, że przepływy mogą mieć różną intensywność, ale zawsze przyczyniają się one do gromadzenia, akumulacji⁴ danego medium bądź do jego uszczuplenia⁵. W dynamice systemów zasoby i strumienie są ze sobą powiązane nie tylko w sposób prosty, ale również i zwrotnie⁶.

W funkcjonowaniu systemów zasadniczą rolę pełnią sprzężenia. Tylko systemy, w których strukturze działają sprzężenia zwrotne, mogą mieć zdolność korekty swego działania, a przede wszystkim zdolność dążenia do stanu równowagi [14]. Przedmiotem szczególnej uwagi logistyki koncentrującej się na efektywnych ekonomicznie przepływach różnych mediów powinna być zatem wiedza o dynamice systemu i o podstawowym tworzywie owej dynamiki, jakim są sprzężenia zwrotne.

Także zarządzanie logistyczne ma co najmniej kilka definicji wyraźnie uwypuklających kontekst systemowy. Jest ono między innymi postrzegane jako działalność kreująca całościową koncepcję przedsięwzięć logistycznych [13]. Warto w tej definicji zwrócić uwagę na akcentowaną całościowość, gdyż postulaty odrzucenia redukcjonizmu na rzecz całościowego podejścia do problemu (systemu) są właśnie domeną cybernetyki i teorii systemów.

Nowosielski [18] określa zarządzanie logistyczne jako sterowanie przepływami z uwzględnieniem wymiaru czasu, wielopoziomą i wielokierunkową integrację przepływów, myślenie kategoriami zależności procesów i powiązań strukturalnych. Tu też uwidacznia się zasadność szukania rozwiązań w cybernetyce i wiedzy systemowej. Rozpatrują one bowiem dynamiczne przepływy (to jest przepływy z uwzględnieniem wymiaru czasu), sprzężenia zwrotne (to jest wielokierunkowe integracje) oraz to, co przesądza o właściwościach i zachowaniach systemów (to jest powiązania strukturalne).

Banaszak i inni [2] stwierdzają, że zarządzanie logistyczne znaczy tyle, co zarządzanie systemowe. Autorzy ci wyjaśniają, że zarządzanie systemowe to zarządzanie obiektem (na przykład firmą) przy uwzględnieniu różnych aspektów jego struktury i funkcjonowania. W eksponowanym tu ujęciu mikro, celem zarządzania logistycznego jest integracja i koordynacja procesów związanych z wytworzeniem i przepływem produktu, decydujących o konkurencyjności przedsiębiorstwa.

Wojciechowski [21] stwierdza, że zarządzanie logistyczne składa się z formułowania strategii, planowania, sterowania i kontroli. Jest ono ukierunkowane na procesy przepływu i magazynowania surowców, zapasów, produkcji w toku, wyrobów gotowych i informacji – od punktu pozyskania do punktu konsumpcji – w celu jak najlepszego dostosowania się do potrzeb klientów i ich zaspokojenia. Owe procesy przepływów i magazynowania winny odbywać się w sposób efektywny i minimalizujący globalne koszty. Zwróćmy ponownie

uwagę, że procesy przepływów oraz procesy magazynowania to przecież nic innego jak strumienie i zasoby – dwa elementarne pojęcia System Dynamics, niezbędne i wzajemnie uzupełniające się składniki modeli budowanych w konwencji dynamiki systemów.

Istnieje wiele elementów zarządzania logistycznego (całościowość, wielokierunkowe integracje, systemowe zarządzanie, procesy przepływów i magazynowania) właściwych cybernetyce i teorii systemów, a więc też w sposób naturalny podlegających badaniu przy wykorzystaniu metod tych dziedzin wiedzy.

Dylematy zarządzania systemami złożonymi i szczególnie złożonymi

Integralną częścią systemu złożonego jest człowiek, zapewniający celowe działanie tej wyodrębnionej z otoczenia całości [9]. W sensie cybernetyki człowiek reprezentuje sobą wystarczającą złożoność, aby system, którego jest on częścią, także uznać za złożony. Systemy złożone dominują więc w naszym otoczeniu. Mogą to być gospodarstwa domowe i przedsiębiorstwa, jednostki samorządu terytorialnego, systemy transportowe, placówki ochrony zdrowia, szkoły, banki i urzędy.

Typowymi zachowaniami systemów złożonych są fluktuacje i nieregularności oraz wielość możliwych ścieżek rozwojowych. Nierzadko jedynym sposobem ich głębszego poznania jest symulacja komputerowa [7]. W systemach złożonych zachodzi mnogość interakcji między poszczególnymi komponentami. Mogą się więc one zachowywać z pozoru dziwnie: z jednej strony wykazując wrażliwość na warunki początkowe lub małe zakłócenia, z drugiej zaś opornie reagując na niektóre bodźce [6]. Trudno jest ustalić jednoznaczne granice takich systemów, ponieważ składają się one z podsystemów, które także mogą być złożone. Zdaniem Ashby'ego [1], nie potrafimy też obserwować wszystkich istotnych zmiennych systemów złożonych. Jednak zarówno teoria systemów jak i cybernetyka, jako metodę badania systemów tej klasy proponują modelowanie [9].

Zachowania systemów złożonych obnażają słabość ludzkiej oceny zjawisk złożonych, bazującej na upraszczających rzeczywistość tak zwanych heurystykach wydawania sądów [11] oraz na intuicji. Demaskują nieadekwatność myślenia mechanistycznego wciąż obecnego w praktyce zarządzania. Uświadamiają, że jedna przyczyna rzadko ma jeden skutek (nie zawsze też jest on natychmiastowy) oraz że poznawanie działania wyizolowanych części, a następnie ustalanie na tej podstawie jak działa całość, przypomina patrzenie na świat przez poskładane z kawałków lustro. Bez dodatkowych narzędzi (to jest modeli) nasza zdolność umysłowa staje się zawodna w ocenie zachowania nawet względnie prostego systemu. Ani opisy werbalne, ani intuicja nie wystarczają do odwzorowania dynamiki systemu opisanej kilkoma równaniami różniczkowymi wyższego rzędu. Tymczasem, do względnie szczegółowego opisu działania przedsiębiorstwa wypadałoby użyć nawet kilkuset takich równań [15].

⁴ Przykładowo: odsetki zwiększają konta bankowe; inwestycje – kapitał; zatrudnianie nowych pracowników – zasoby siły roboczej; a produkcja – stany magazynowe wyrobów gotowych.

⁵ Przykładowo: postępujące w czasie zużycie uszczupla kapitał; podatki – stan konta bankowego; zamówienia – magazyny; a zwolnienia i odejścia na emeryturę – zasoby siły roboczej.

⁶ Przykładowo: strumień odsetek wpływa na stan konta bankowego firmy, ono zaś w kolejnym okresie rozliczeniowym na strumień odsetek.

Współczesne systemy społeczne i gospodarcze to przede wszystkim systemy bardzo (szczególnie) złożone. Przybierają one skalę, jakiej dotąd w historii nie obserwowano, nie tylko pod względem liczby elementów, ale też i liczby powiązań, możliwych stanów oraz zmienności relacji [10]. Obserwujemy jedynie pewne objawy ich zachowania się, jednak ich wytlumaczenie jest w większym stopniu efektem zawodnej intuicji niż ścisłej nauki. Trudno jest więc o powszechnie akceptowalną postać sformalizowanego opisu ich zachowania się. Impas w tej dziedzinie zdaje się skutecznie przełamywać cybernetyka wraz z jej dynamiką systemową [15]. Operując abstrakcyjnym aparatem matematycznym odnosi go z sukcesami do różnych dziedzin specjalistycznych (w tym również do nauk o zarządzaniu).

Ludzkie doświadczenia powstają prawie wyłącznie w wyniku obcowania z systemami prostymi [3, 15]. Nie należy ich jednak automatycznie stosować do kierowania systemami złożonymi. Kierowanie systemem złożonym nie jest bowiem tym samym, co kierowanie składającymi się nań systemami prostszymi [17]. Zatem właściwości systemów szczególnie złożonych to szczególne wyzwania dla kierowników w procesach zarządzania logistycznego. Systemy takie wykazują opór względem zmian reguł decyzyjnych. Ich inercja, niewrażliwość na zmiany parametrów i silne wewnętrzne powiązania strukturalne powodują, że zmiana polityki może nie przynosić pożądaných rezultatów, ponieważ oczekiwania z nią związane są oparte na rozumowaniu odnoszącym się do systemów prostych. Właściwość tą określa się mianem równowagi labilnej [3]. Jest ona utrzymywana przez wzajemne oddziaływania na siebie dodatnich i ujemnych pętli sprzężeń zwrotnych. Łukaszewicz [15] podkreśla, że zachowanie wielopętlowych nieliniowych układów o dużej liczbie poziomów bywa niemal niezależne od znacznych nawet zmian większości ich parametrów.

Wraz z rosnącą złożonością systemy wykazują nowe właściwości, własny sposób działania, którego nie da się wywnioskować na podstawie obserwacji działania samych tylko elementów [14]. Zjawisko to potwierdzono nie tylko w biologii, fizyce i chemii, ale także w naukach społecznych. Zachowania układów wyższego rzędu zależą nie tylko od sposobów działania układów niższego rzędu, z których się one składają. Kluczowa jest struktura, czyli sposób, w jaki układy niższego rzędu sprzęgają się ze sobą tworząc całość. Menedżer powinien mieć świadomość, że struktura determinuje zachowanie całości. Implikuje ona też zachowania ergodyczne, to jest dążenie do zachowania zgodnego z pewnym ogólnym prawem rozwoju właściwym dla danej klasy systemu. Może to być na przykład dążenie do stanu dynamicznej równowagi, skłonność do przesterowań i oscylacji bądź logistycznego wzrostu podlegającego pewnej naturalnej granicy.

Wzrostowi złożoności struktur systemowych zawsze towarzyszy wzmocniona wymiana z otoczeniem [8]. Podtrzymuje i warunkuje ona życie systemu. Ale też w naturę systemów o rosnącej złożoności wpisują się narastające z czasem sprzeczności [14]. Z jednej strony są one źródłem problemów i dysfunkcji, z drugiej zaś to właśnie one stają się bodźcem rozwojowym. Zjawisko powstawania sprzeczności w systemach nazwano prawem weta [1]. W jego myśl, przy danej strukturze pewne elementy systemu mogą znajdować się w równowadze wówczas, gdy inne pozostają od niej dalekie. Takich sprzeczności w zarządzaniu logistycznym może być wiele. Należy do nich choćby sprzeczność celów rynkowych i celów produkcyjnych.

Orientacja rynkowa nakazuje maksymalizację poziomu obsługi, gdzie postulatem będzie jakość produktu, niezawodność dostaw oraz szybkość i elastyczność w realizacji zamówień. Jest ona jednak trudna do pogodzenia z orientacją efektywnościową, sugerującą minimalizację kosztów. Z kolei w ramach minimalizacji kosztów powstają inne dylematy: minimalizacji zapasów oraz trudnej do pogodzenia z nią maksymalizacji wykorzystania zdolności produkcyjnych.

Nie tylko aparat pojęciowy, ale też i dotychczasowe koncepcje i instrumenty zarządzania ulegają przyspieszonej dezaktualizacji w obliczu rosnącej złożoności systemów. Coraz szybciej i dotkliwiej ujawniać się będą na przykład skutki włączania złożonych systemów w rozbudowane ramy proceduralne tam, gdzie z powodzeniem (a przede wszystkim lepiej) zadziałałby homeostat. Stąd, w ujęciu systemowym, zarządzanie logistyczne, oprócz nowej koncepcji czasu (który staje się zasobem szczególnie deficytowym), powinno podlegać idei wzmacniania homeostatycznych właściwości systemów, sprzyjąc powstawaniu struktur heterarchicznych, sieciowych, eliminować bezproduktywność oraz redukować sprzężenia proste. W tej dziedzinie wiele osiągnięć można przypisać japońskiemu podejściu do zarządzania z koncepcjami Just in Time, Kaizen, Kanban czy Lean Management.

Podsumowanie

Zarządzanie logistyczne to zagadnienie ściśle związane z systemami – przedmiotami zainteresowań teorii systemów i cybernetyki. Tam, gdzie w grę wchodzi szczególna złożoność, profesjonalne zarządzanie nie może opierać się jedynie na intuicji, zdrowym rozsądku i klasycznej wiedzy menedżerskiej. Wiedza o systemach i ich dynamice ułatwia zrozumienie natury organizacji, zachowań wynikających z ich struktury, którą tworzą liczne sprzężenia między wieloma elementami tworzącymi całość.

Rosnąca złożoność systemów jest niewątpliwie wyzwaniem zarówno dla teorii, jak i praktyki zarządzania logistycznego. W tej dziedzinie zastosowanie mogą często znajdować modele symulacyjne. Tam, gdzie ich wdrożenie byłoby zbyt kosztowne lub przeczyło naturze rozwiązywanych problemów, podejście systemowe oferuje menedżerom inne narzędzia. Może ono przybrać bowiem także postać słownego opisu, schematu powiązań, czy diagramu sprzężeń między elementami systemu. Może ono sprowadzać się do gry operacyjnej, a czasem po prostu do czysto werbalnego scenariusza. Nawet wówczas warto jest ono zastosowania, gdyż integrując doświadczenia praktyczne i intuicję menedżerów z dostępną wiedzą naukową, pozwala skuteczniej rozwiązywać problemy.

Sukcesy w zarządzaniu wielkimi, złożonymi systemami w zmieniających się warunkach, w coraz większym stopniu zależą od nowoczesności rozwiązań w dziedzinie struktur i systemowych metod kierowania procesami.

Streszczenie

Jednym z najważniejszych wyzwań zarządzania logistycznego są dziś niewątpliwie synergiczne efekty rosnącej złożoności i zmienności, zarówno podmiotów gospodarczych, jak

i powiązań między nimi. W artykule zdefiniowano systemy złożone i omówiono specyfikę ich zachowań. Wskazano na korzyści podejścia systemowego w opisie i modelowaniu procesów zarządzania logistycznego. Podejście systemowe w zarządzaniu logistycznym umożliwia zintegrowane i kompleksowe zarządzanie przepływami w świecie coraz bardziej złożonych systemów gospodarczych.

LITERATURA / BIBLIOGRAPHY

1. Ashby R., *Wstęp do cybernetyki*, PWN, Warszawa, 1963.
2. Banaszak Z., Kłós S., Mleczo J., *Zintegrowane systemy zarządzania*, PWE, Warszawa, 2011.
3. Biniek Z., *Elementy teorii systemów, modelowania i symulacji*, Infolplan, Szczecin, 2002.
4. Cymanow P., *Obszary zarządzania procesami logistycznymi w branży przetwórczej*, SERiA, tom XI, zeszyt 1, 2009.
5. Cymanow P., Piotrowska A., *Analiza strategiczna podmiotów sektora żywnościowego na przykładzie Sp. Piwniczanka*. [w] *Zarządzanie i Marketing*, zeszyt 17 nr 3/2010, *Zeszyty naukowe Politechniki Rzeszowskiej* nr 272, 2010.
6. Dacko M., Dacko A., *Management of the Natural Environment. A Systemic Approach*, Polish Journal of Environmental Studies, Vol. 18, No. 2, 2009.
7. Dacko M., *Systems Dynamics in Modeling Sustainable Management of the Environment and Its Resources*, Polish Journal of Environmental Studies, Vol. 19, No. 4, 2010, Olsztyn, 2010.
8. Domański R., *Geografia ekonomiczna. Ujęcie dynamiczne*, PWN, Warszawa, 2004.
9. Gomółka Z., *Cybernetyka w zarządzaniu*, Placet, Warszawa, 2000.
10. Gościński J., *Zarys teorii sterowania ekonomicznego*, PWN, Warszawa, 1977.
11. Kahneman D., Slovic P., Tversky A., *Judgment under uncertainty: heuristics and biases*, New York: Cambridge University Press, 1982.
12. Koźmiński A., *Analiza systemowa organizacji*, PWE, Warszawa, 1976.
13. Krawczyk S., *Logistyka w zarządzaniu marketingiem*, Wyd. AE, Wrocław, 2000.
14. Lange O., *Całość i rozwój w świetle cybernetyki*, PWN, Warszawa, 1962.
15. Łukaszewicz R., *Dynamika systemów zarządzania*, PWN, Warszawa, 1975.
16. Martyniak Z., *Organizacja i zarządzanie*, Książka i Wiedza, 1975.
17. Mazur M., *Cybernetyka i charakter*, Wyd. WSZiP im. B. Jańskiego, Warszawa, 1999.
18. Nowosielski S. (red.), *Podejście procesowe w organizacjach*, Wyd. UE, Kraków, 2009.
19. Płoszajski P., *Przerażony kameleon. Eseje o przyszłości zarządzania*, Wyd. Fundacja Rozwoju Edukacji Menadżerskiej SGH, Warszawa, 2005.
20. Senge P., *Piąta dyscyplina. Teoria i praktyka organizacji uczących się*, Wolters Kluwer, Kraków, 2006.
21. Wojciechowski T., *Marketingowo-logistyczne zarządzanie przedsiębiorstwem*, Difin, Warszawa, 2011.