

Marzena KRAMARZ

Politechnika Śląska, Wydział Organizacji i Zarządzania
41-800 Zabrze, ul. Roosevelta 26-28,
mkramarz@polsl.pl

MODELOWANIE SYMULACYJNE KOOPERACJI PRZEDSIĘBIORSTW W SIECI DYSTRYBUCJI

Streszczenie:

W artykule rozważono kształtowanie relacji sieciowych dla pozyskania zasobów partnerów dla potrzeb terminowej i kompletnej realizacji zamówień. Wskazano, że typ relacji istotnie wpływa na dostępność zasobów partnera. Typy relacji międzyorganizacyjnych pomiędzy partnerami w sieci oceniono z perspektywy liczby zamówień utraconych. Sieci dystrybucji scharakteryzowano jako Złożone Systemy Adaptacyjne i dla potrzeb modelowania symulacyjnego zaproponowano dynamikę systemów zarządzania.

Słowa kluczowe: modelowanie symulacyjne, sieci dystrybucji, złożone systemy adaptacyjne, kooperacja

WPROWADZENIE

Adaptowanie się przedsiębiorstw dystrybucyjnych do zmian w otoczeniu mikro i makro wymaga często podejmowania decyzji o nawiązywaniu współpracy w sieci z przedsiębiorstwami posiadającymi substytucyjne bądź komplementarne zasoby. Rola kooperacji wzrasta więc zwłaszcza na rynkach bardzo dynamicznych, o zmiennym popycie, krótkim cyklu życia produktu. W artykule podjęta została dyskusja nad modelowaniem kooperacji z perspektywy przedsiębiorstwa dystrybucyjnego dla potrzeb kompleksowego realizowania niepewnych zamówień. Badania prowadzone były w sektorze dystrybucji wyrobów hutniczych. Uwagę skoncentrowano na dystrybutorach realizujących zadania tradycyjnej hurtowni poszerzone o zadania związane z odroczoną produkcją: cięcie wzdłużne i poprzeczne, gięcie. W literaturze zarządzania podmioty te nazywane są często integratorami, natomiast w branży hutniczej określane są Centrami Serwisowymi. Przedsiębiorstwo bazowe (integrator) będzie więc rozumiane jako podmiot, który łączy na określony czas lub dla wykonania określonego działania własne i wyspecjalizowane obce zasoby i kompetencje [Carvalho i Powell 2000]. Dla potrzeb modelowania symulacyjnego wybrany został przedstawiciel dystrybutorów branży hutniczej spełniający kryterium integratora sieci pod względem zróżnicowania realizowanych procesów, ilości kształtowanych relacji w sieci dystrybucji oraz tonażu produktów przechodzących przez Centrum Serwisowe. Podmiot ten realizuje zadania związane z odroczoną produkcją i w tym obszarze podejmuje kooperację z innymi uczestnikami sieci dystrybucji realizującymi komplementarne lub substytucyjne względem integratora funkcje.

W modelowaniu symulacyjnym zaprezentowanym w artykule skoncentrowano się na pozyskiwaniu zasobów komplementarnych względem zasobów integratora.

Sieci dystrybucji w rozdziale 2 scharakteryzowano jako Złożone Systemy Adaptacyjne i dla potrzeb modelowania w rozdziale 3 uzasadniono dynamikę systemów zarządzania. Rozdział 4 obejmuje eksperymenty symulacyjne i omówienie wyników badań.

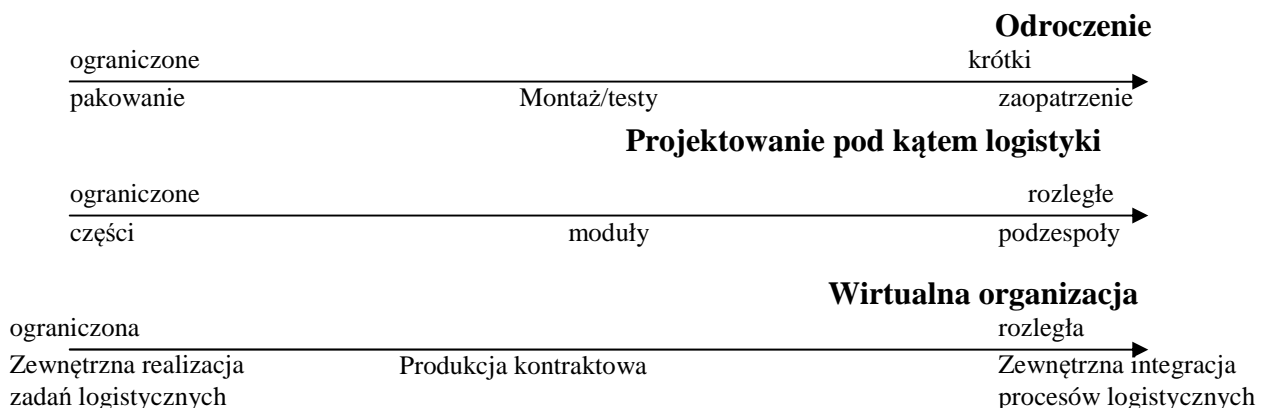
Artykuł jest podsumowaniem etapu badań w projekcie: System wspomaganie decyzji logistycznych integratora sieci dystrybucji na przykładzie wyrobów hutniczych.

1. ADAPTACYJNOŚĆ ZŁOŻONYCH SYSTEMÓW DYSTRYBUCJI

Dyskusja nad charakteryzowaniem sieci dostaw w kategoriach teorii Złożonych Systemów Adaptacyjnych (CAS - Complex Adaptive Systems) zapoczątkowana została w roku 2001 artykułem autorstwa: Choi, Dodey i Rungtusanatham (2001). Autorzy podkreślili w swojej publikacji, iż współczesne zarządzanie łańcuchami dostaw wymaga dostosowywania się do dynamicznych zmian w otoczeniu organizacji. Dalej ten nurt rozważań kontynuują Pathak i inni (2007) a także Nair A, Narasimhan R., Choi T (2009). Pathak i inni analizują jak założenia CAS mogą być zastosowane w modelowaniu złożonych i adaptacyjnych struktur sieci dostaw, włączając w te rozważania adaptację na poziomie pojedynczego przedsiębiorstwa, relacje kupujący – dostawca, strukturę całej sieci dostaw, zmiany otoczenia oraz mechanizm sprzężenia zwrotnego. Autorzy wskazują tym samym na ograniczenia tradycyjnych rozwiązań dedykowanych zintegrowanym łańcuchom dostaw zwłaszcza w bardzo dynamicznych uwarunkowaniach rynkowych cechujących się dużą niepewnością popytu. W swoich badaniach wskazują jak rozwinięcie CAS dla potrzeb sieci dostaw może wspomóc dyscyplinę SCM.

Przedsiębiorstwa organizujące sieć dystrybucji poprzez kształtowane relacje potrafią adaptować się do zmian otoczenia. W związku z taką charakterystyką sieci dystrybucji można ją potraktować jako złożony system adaptacyjny (CAS). Sieci dystrybucji realizujące zadania odroczonej produkcji rozważane w kategorii CAS są zbiorem węzłów produkcyjno – logistycznych połączonych relacjami, które wykazują działania adaptacyjne w odpowiedzi na zmiany w środowisku i w odpowiedzi na zmiany w systemie samych węzłów. Działania te obejmują zarówno reakcję w poszczególnych węzłach jak i w relacjach między nimi. Węzły te mogą więc ewaluować w czasie zgodnie nauczaniem organizacyjnym (w tym zwłaszcza w zakresie zmiany typu relacji międzyorganizacyjnej).

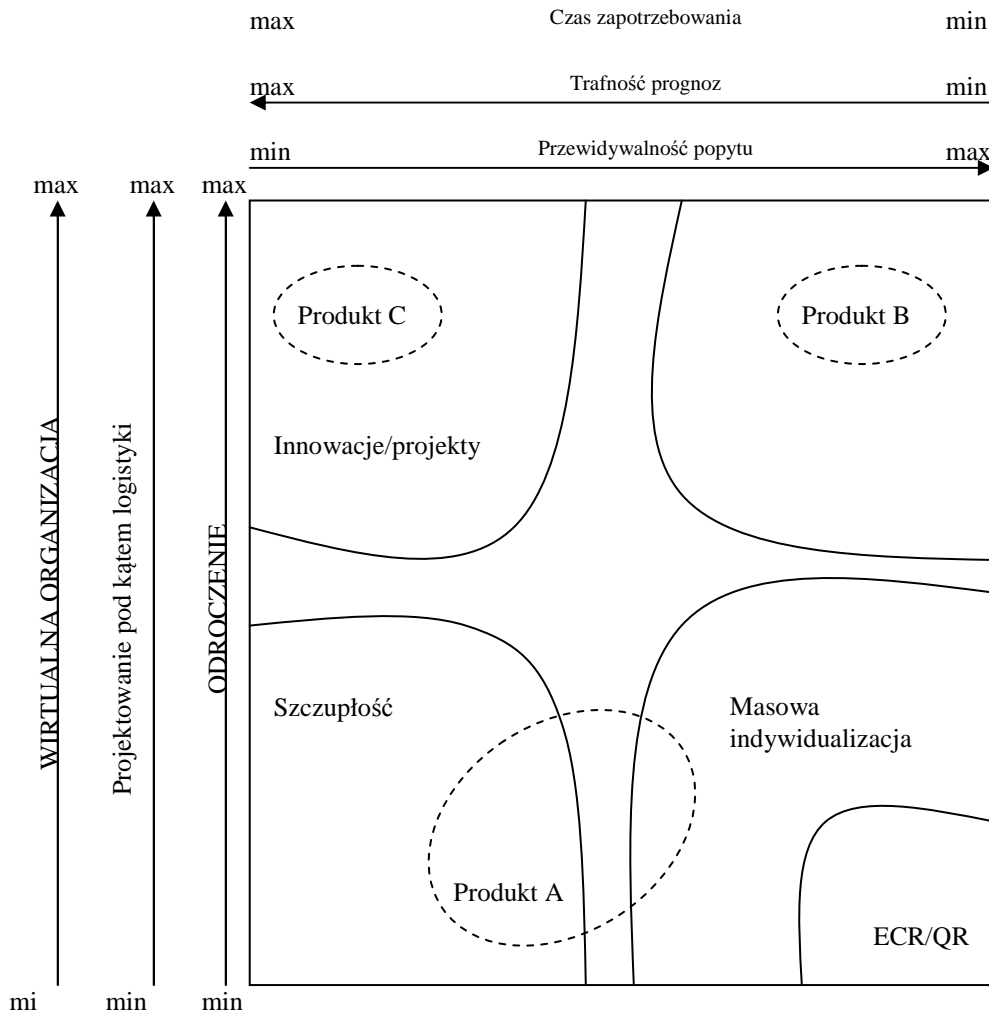
Odroczona produkcja to jedna ze strategii dedykowana produktom wielowariantowym, silnie różnicowanym pod potrzeby klienta, cechującym się ponadto dużą niepewnością i dużymi odchyleniami faktycznej sprzedaży od prognoz. Przegląd strategii nakierowanych na realizację złożonych, niepewnych zamówień tym samym zmniejszających ryzyko nietrafionych prognoz, takich jak odroczonej produkcji, projektowanie produktu pod kątem logistyki oraz wirtualna organizacja przedstawia rys.1.



Rys. 1. Strategie dostosowywania strony podażowej do zmiennych potrzeb

Źródło: Opracowanie na podstawie Harrison A., van Hoek R. Zarządzanie logistyką PWE Warszawa 2010.

Zestawienie zmienności popytu oraz koncepcji podaży pozwala na wydzielenie czterech klas produktów, dla których można budować zbliżone standardy logistycznej obsługi klienta przedstawiono na rys.2.



Rys. 2. Klasy standardów logistycznych według charakterystyk podażyowych i popytowych
 Źródło: Opracowanie na podstawie Harrison A., van Hoek R. Zarządzanie logistyką PWE Warszawa 2010.

Koncepcja odroczonej produkcji była pierwotnie rozważana w literaturze marketingowej [Anderson 1950], a następnie w literaturze zarządzania strategicznego i logistyki [Eppen, Schrage 1981, Federgruen i Zipkin 1984, Jackson 1988, Schwarz 1989, Lee 1996, Grang i Tang 1997]. Odroczonej produkcji nazywana również w literaturze opóźnioną dyferencjacją [Avir, Federgruen 2001] zalicza się do mechanizmów strategicznych nakierowanych na ograniczenie ryzyka związanego z wielowariantowością produktów i niepewnością sprzedaży. Modele analityczne rozwijane w przytoczonych pozycjach literaturowych koncentrują się na badaniu korzyści opóźnionej dyferencjacji. W niniejszym artykule założono, że korzyści takiej strategii w badanej branży są znaczne i te przedsiębiorstwa, które w sektorze dystrybucji potrafią realizować taką strategię mają silniejszą pozycję konkurencyjną niż tradycyjne hurtownie. Potwierdzeniem tego jest ranking dystrybutorów stali, gdzie w pierwszej trzydziestce przedsiębiorstw pod względem tonażu oraz zysku znajdują się centra serwisowe i zbrojarnie, a więc dystrybutorzy realizujący zadania opóźnionej dyferencjacji w zakresie wyrobów płaskich i długich. Na stopień adaptacyjności przedsiębiorstw w sektorze dystrybucji wpływ mają czynniki endogeniczne związane między innymi z posiadanymi

zasobami i ukształtowanymi relacjami, oraz egzogeniczne związane z czynnikami mikro i makro -otoczenia.

Relacje kształtowane w sieciach dystrybucji są bardzo złożone. Autry, GrifTis (2008) w swoich badaniach wskazali na różnorodne typologie międzyorganizacyjnych relacji i przedstawili koncepcję klasyfikacji relacji w oparciu o długość i częstotliwość ich trwania. Szereg badań nad relacjami międzyorganizacyjnymi wskazuje, iż istotnym atrybutem jest stopień formalizacji relacji. Podążając za literaturą z zakresu aliansów strategicznych można tym samym wskazać relacje oparte na nieformalnych porozumieniach, oraz więzi budowane poprzez umowy kooperacyjne i częściowe przejecie. W artykule ta klasyfikacja uwzględniona została w opracowanym modelu symulacyjnym.

2. KOOPERACJA W SIECI DYSTRYBUCJI – ZAŁOŻENIA MODELU

Modelowanie kooperacji w sieci dystrybucji wyrobów hutniczych dotyczyło ściśle określonego motywu nawiązywania współpracy. Motywem tym było pozyskanie rzadkich zasobów kooperantów, komplementarnych względem zasobów integratora, w celu zwiększenia kompleksowości realizowanych zamówień, a co za tym idzie zmniejszenia zamówień niezrealizowanych. Barney (2001) zauważa, że aby budować konkurencyjną przewagę zasoby nie muszą być w posiadaniu przedsiębiorstwa. Przewagę konkurencyjną można budować poprzez pozyskiwanie rzadkich zasobów od kooperantów poprzez odpowiednio zaprojektowane relacje sieciowe. Zasoby kluczowe organizacji (w tym materialne i niematerialne) [Wernerfelt 1984 str 172, Barney 1991] to takie, które pozwalają przedsiębiorstwu uzyskiwać trwałą konkurencyjną przewagę, w zależności od stopnia w jakim są wartościowe, rzadkie, trudne do imitacji lub substytucji. Problem zasobów komplementarnych dotyczy stanu gdy występują niezrealizowane zamówienia, które wymagają zasobów o parametrach technologicznych innych niż dostępne w bazie zasobów przedsiębiorstwa. Komplementarność daje jakość dopasowania przez różnicowanie – zdolności zasobów są komplementarne, jeśli są różne w drodze, która może być kombinowana do kreowania wyższej wartości. We współczesnej literaturze charakterystyka zasobów i umiejętności ma wielorakie rozmiary analizy (np. produkty, technologie, rynki). Komplementarność w jednym wymiarze nie daje wykluczeń podobieństwa w następnym wyższym poziomie kategoryzacji. Tak więc konieczne jest znalezienie poziomu specyfikacji zasobów aby można było ustalić komplementarność i podobieństwo zasobów między firmami.

Modelowanie symulacyjne w dziedzinie zarządzania łańcuchem dostaw (SCM) dotyka różnych problemów począwszy od modelowania zapasów, poprzez symulację kosztów transportowo magazynowych, symulację przepływów materiałowych i wiele innych aspektów. Stąd też wykorzystywane są różne typy modeli symulacyjnych. Trzy najbardziej popularne klasy to Dynamika Systemów Zarządzania, Agent Base Modelling oraz symulacja zdarzeń dyskretnych (Discret Events). W niektórych publikacjach autorzy kombinują różne modele dla uzyskania bardziej kompleksowego efektu [Rabelo et al. (2008)]. Autorzy podkreślają, że zachowanie łańcucha dostaw jest dynamiczne i przebiega według nieliniowych wewnętrznych reakcji i interakcji [Szapiro 2001]. Małe zmiany w poziomie potrzeb klienta mogą na przykład wywoływać nieproporcjonalnie duże fluktuacje i przenosić się na wszystkie ogniwa łańcucha dostaw.

Spośród wymienionych metod symulacyjnych, uwzględniając sformułowany problem badawczy, szczególną uwagę zwrócono na symulację z wykorzystaniem Dynamiki Systemów Zarządzania. Symulowanie skutków potencjalnych decyzji wymaga tworzenia modeli przyczynowo – skutkowych i prowadzenia na nich określonych eksperymentów. Dynamikę

systemów w naukach o zarządzaniu zapoczątkował Forrester (1958) a następnie rozpropagował Senge (1990). W swoich racach zauważyli, że struktura sprzężeń zwrotnych generuje wzorce zachowań. Trudności w znajdowaniu związków przyczynowo – skutkowych związane są z faktem, że skutki działań powstają często po upływie czasu, co utrudnia identyfikację przyczyn. Dynamika systemu podlega na jego zmianie wraz z upływem czasu.

Dynamika systemów zarządzania używa specyficznej metody opisu systemu bazując na dwóch kategoriach: strumień, poziom. Poziomy reprezentują zmienne stanu będące obserwowalnymi wielkościami systemu, a strumienie (akcje) systemu powodują zmiany wartości poziomów. Wymienione kategorie opisu są nieodzowne do utworzenia mikrostruktury pętli sprzężeń i w ten sposób całego systemu. W praktyce użyteczne jest wprowadzenie pewnej dodatkowej kategorii opisu zwanej zmienną pomocniczą. Zmienne te reprezentują pośrednie etapy procesu określania wartości natężeń strumieni według przyjętych reguł (polityk decyzyjnych) transformujących informacje o stanie systemu i jego otoczenia. Reguły decyzyjne opisują sposoby podejmowania decyzji sterujących przepływami w systemie, a więc pokazują, jakie informacje o stanie systemu i jego otoczenia generują decyzje powodujące działania w systemie.

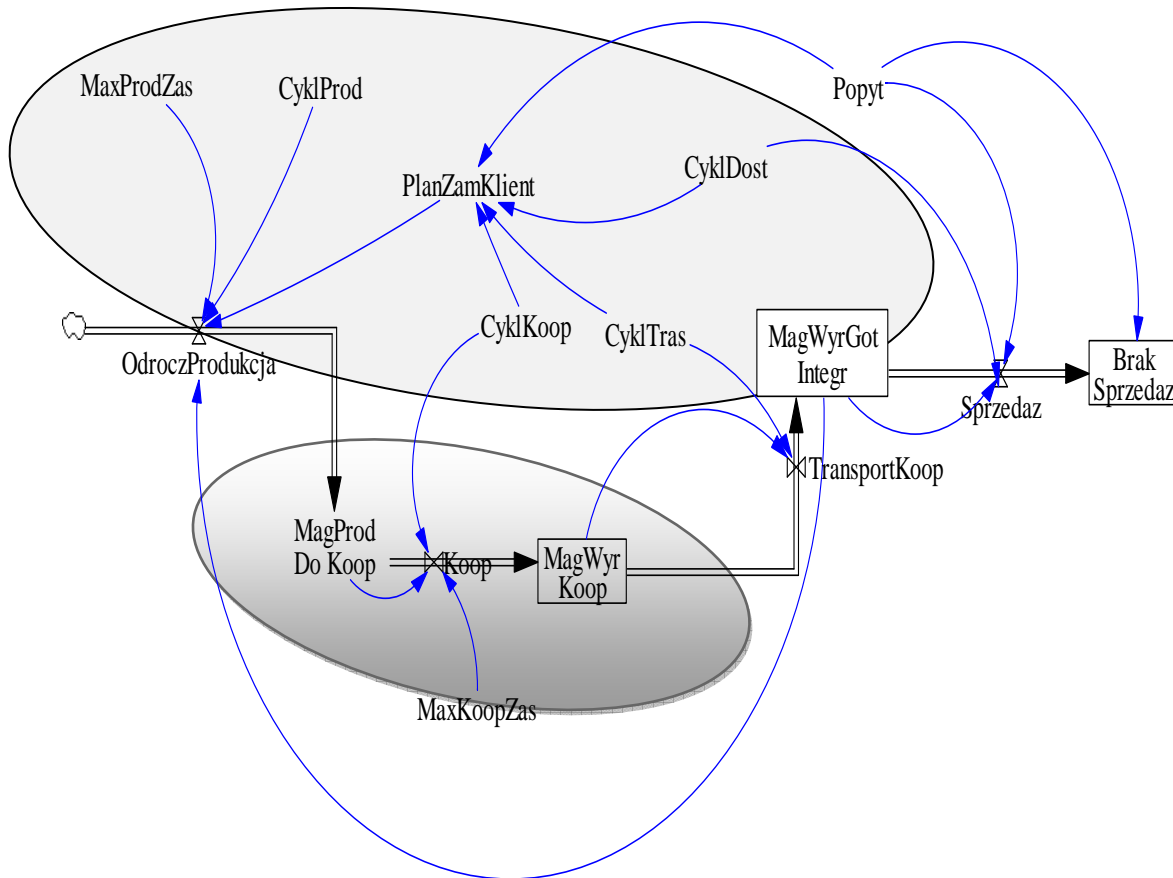
3. MODEL SYMULACYJNY KOOPERACJI INTEGRATORA W SIECI DYSTRYBUCJI WYROBÓW HUTNICZYCH

W modelowaniu symulacyjnym zaprezentowanym w artykule skoncentrowano się na pozyskiwaniu zasobów komplementarnych względem zasobów integratora. Zasoby te pozyskiwane są poprzez kooperację. W modelu uwzględniono także czas realizacji zamówienia u kooperanta uwzględniający czas dostawy i kompletacji zamówienia, który wahał się w granicy 1 tygodnia. Jako istotną cechę kształtowanych relacji potraktowano stopień formalizacji współpracy uwzględniając dwie najbardziej popularne formy nawiązywania współpracy w tej branży: współpracę formalną w oparciu o umowy kooperacyjne oraz współpracę nieformalną. Wskazano, że typ relacji istotnie wpływa na dostępność zasobu partnera. Model dotyczy integratora realizującego odroczoną produkcję. Zgłaszany popyt (wpływające zamówienia klienta) jest podstawą do ustalania planu produkcji, który bezpośrednio steruje procesem produkcyjnym. Dla zamówień, które nie mogą być kompletnie zrealizowane na zasobach integratora uruchamiana jest kooperacja. Celem zasadniczym jest pełne zrealizowanie wpływających do przedsiębiorstwa zamówień w wyznaczonym standardzie czasowym nieprzekraczającym 3 tygodni. Tym samym dąży się do redukcji utraconej sprzedaży.

Proces realizacji zamówień z uwzględnieniem zasobu kooperanta zostaje uruchomiony po wpłynięciu zamówień do integratora. W zależności od typu współpracy zamówienie u kooperanta przebiega albo zgodnie z ustaleniami zawartymi w umowie kooperacyjnej (dostępność zasobowa na poziomie 50 ton) albo w przypadku współpracy nieformalnej zgodnie z aktualnie dostępnymi mocami wytwórczymi (dostępność zasobowa jest zmienną losową i waha się od 30 do 70 ton). W obydwu przypadkach zamówienie wysyłane jest do magazynu integratora po wcześniejszej kompletacji. W przypadku umowy kooperacyjnej ustalono minimalną partię dostaw na poziomie 30ton. Kooperacja nieformalna pozwala na uruchomienie dostawy od 10 ton.

Modelowanie symulacyjne przeprowadzono w programie Vensim. Model został wykorzystany do eksperymentu polegającego na zmianie wartości zmiennych modelu w zależności od wahań popytu. Wartości, które wzięto pod uwagę przy eksperymentach ustalono na podstawie badań ankietowych zrealizowanych w 2010 sektorze dystrybucji wyrobów hutniczych w Polsce oraz statystycznych danych branżowych. W modelowaniu

zaprezentowano pierwszy spośród trzech stanów zmienności popytu według reguły Pareto: popyt stabilny (zmienność w przedziale <0-20%>), popyt niestabilny (zmienność w przedziale (20-50%>).



Gdzie:

MaxProdZas – maksymalne zdolności produkcyjne

CyklProd – cykl produkcyjny

PlanZamKlient – plan w oparciu o zamówienia klienta

CyklKOOp – cykl kooperacji (obejmujący proces produkcyjny i kompletację zamówienia)

CyklTransp – cykl transportowy

TransportKoop – proces transportowy pomiędzy magazynem wyrobów gotowych kooperanta magazynem wyrobów gotowych integratora

MagProdDoKoop – Magazyn półproduktów przeznaczonych do wysyłki do kooperanta

MagWyrKoop – Magazyn wyrobów gotowych kooperanta

MagWyrGotIntegr – Magazyn wyrobów gotowych integratora

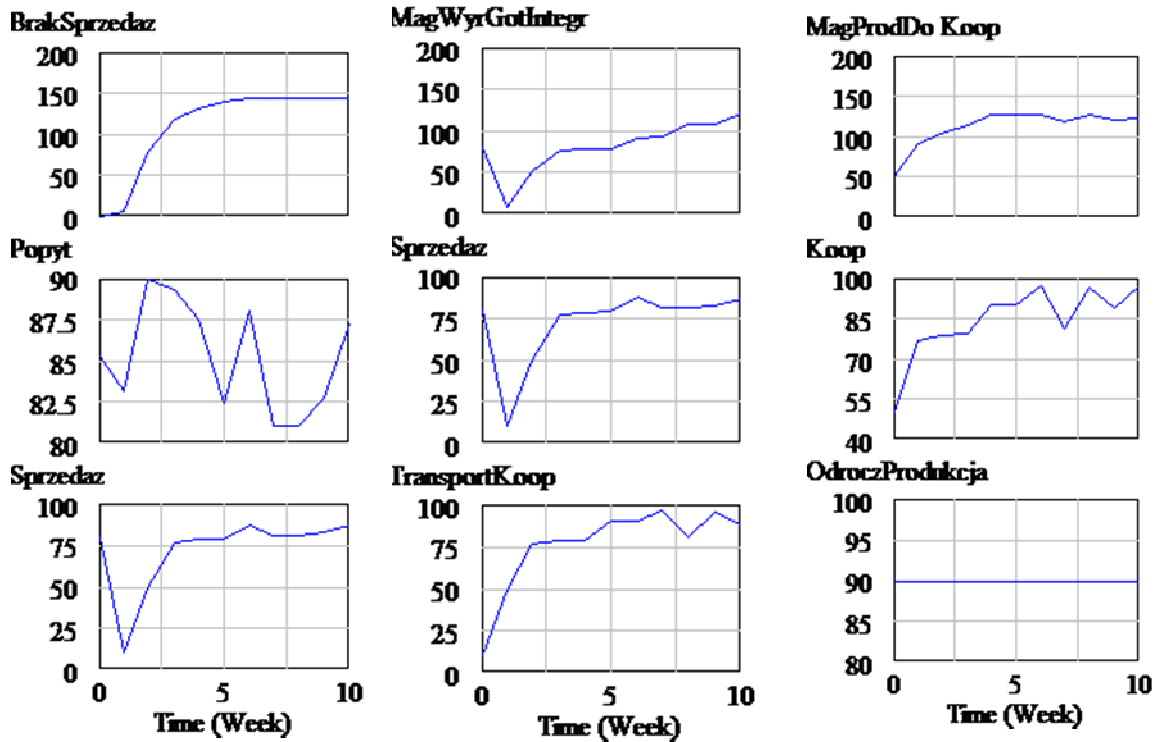
MaxKoopZas – maksymalne dostępne dla integratora zdolności produkcyjne kooperanta

 integrator

 kooperant

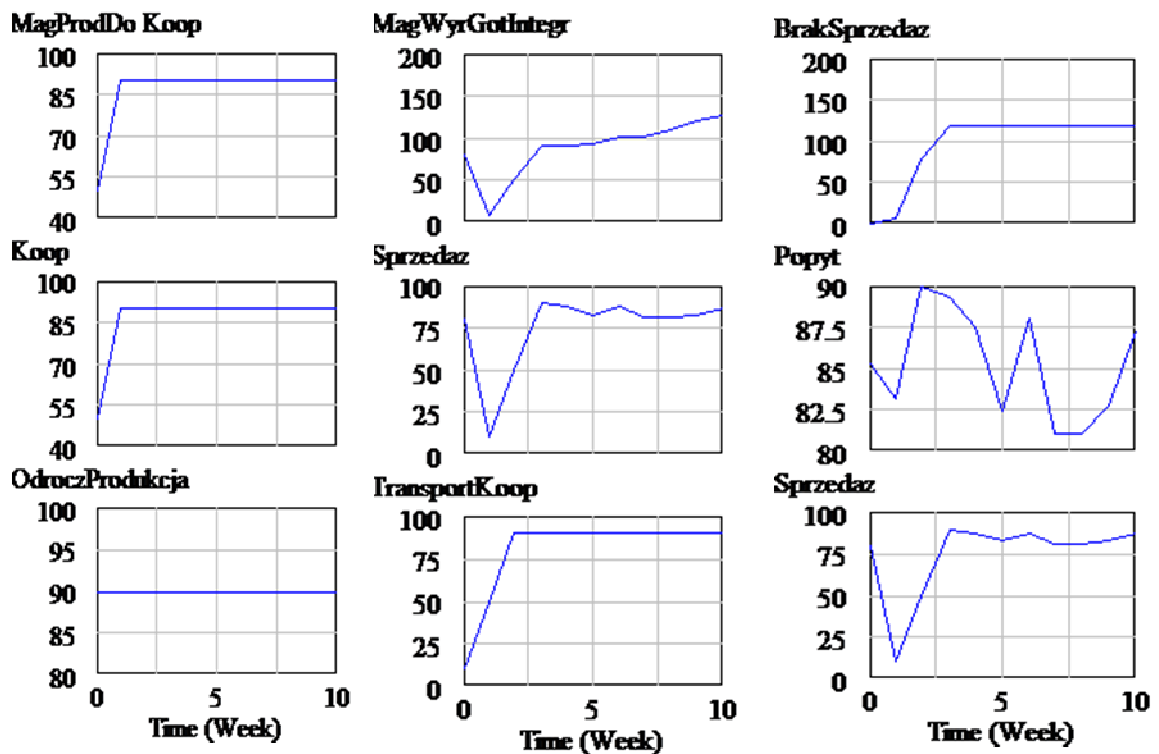
Rys. 3. Model kooperacji dla motywu pozyskania komplementarnych zasobów

Źródło: Opracowanie własne.



Rys. 4. Wyniki eksperymentu dla kooperacji w oparciu o relacje nieformalne

Źródło: Opracowanie własne.



Rys. 5. Wyniki eksperymentu dla kooperacji w oparciu o relacje formalne (umowa kooperacyjna)

Źródło: Opracowanie własne

Przebieg eksperymentów wskazuje, że przy ograniczonych wahaniami popytu (do 20 %) zarówno przy umowie formalnej jak i nieformalnej dotyczącej zasobów komplementarnych

pierwsza faza współpracy, wymagająca skoordynowania procesów wykazuje pogorszenie niezawodności zrealizowanych zamówień. W obydwu przypadkach w miarę upływu czasu kompletnie zrealizowane zamówienia wzrastają stabilizując się w przypadku umowy formalnej na poziomie 90% natomiast w przypadku umowy nieformalnej na poziomie 80%. Przy założeniach przyjętych w badaniach kooperacja formalna przynosi zawsze większe korzyści niż współpraca nieformalna. Posiadanie umowy kooperacyjnej zapewnia równomierne obciążenie zasobów integratora. W badaniach nie uwzględniono jednakże kosztów związanych z zamrożeniem zdolności produkcyjnych u kooperanta. W przypadku popytu niestabilnego utracona sprzedaż dla współpracy nieformalnej jest wyższa niż współpracy w oparciu o umowę kooperacyjną. Jest to wynikiem zmiennej dostępności zasobów kooperanta z którym nie zawarto umowy kooperacyjnej.

WNIOSKI

Branża hutnicza cechuje się systemem z przeważającą dystrybucją. Produkty hutnicze, różnicowane także na etapie dystrybucji, trafiają do wielu różnych segmentów odbiorców. Węzły sieci obrotu wyrobami hutniczymi rozbudowywane są w oparciu o kryterium elastyczności łańcucha dostaw. Część węzłów jest ogniwami kilku różnych łańcuchów dostaw wyrobów hutniczych. W ten sposób nakładające się na siebie łańcuchy dostaw tworzą sieci dostaw. Współpraca w sieciach dostaw jest odpowiedzią przedsiębiorstw na burzliwość otoczenia. Najistotniejsze w charakteryzowaniu sieci jest pojęcie więzi międzyorganizacyjnych czy też bardziej ogólnie relacji sieciowych. Organizacje mogą bowiem łączyć różne więzi formalne regulowane prawem jak i relacje nieformalne, które są znacznie trudniejsze do przebadania i weryfikacji.

Współpraca formalna, która stanowi w sektorze dystrybucji wyrobów hutniczych niecałe 40 % budowanych relacji, jest korzystna, zarówno w sytuacji niewielkiej zmienności popytu, jak i popytu niestabilnego, gdzie zamówienia spływające do integratora przekraczają jego zdolności produkcyjne. Luźne relacje pomiędzy elementami systemu (współpraca nieformalna) przynoszą większe korzyści w przypadku gdy przedsiębiorstwa stają przed nieprzewidywanymi sytuacjami, w tym przed dużą zmiennością popytu. Złożoność systemów logistycznych w sieciach współpracujących przedsiębiorstw pozwala na kombinację tych dwóch sposobów kształtowania więzi, co z jednej strony pozwala na zachowanie stabilności i względnej równowagi w wąskim obszarze organizacji połączonych silnymi więziami (współpracą kooperacyjną) a z drugiej strony, szerokie możliwości elastycznego reagowania dzięki luźnemu kojarzeniu organizacji dla realizacji zadań trudno prognozowanych lub wynikających z wychwytywania okazji rynkowych.

Odpowiednie warunki do kształtowania relacji sieciowych konieczne są u obydwu partnerów. Budowanie silnych, długookresowych relacji (więzi) mogą wspomagać takie czynniki jak: zgodność kultur przedsiębiorstw, zgodność strategii (w tym strategii logistycznych i konkurencyjnych oraz strategii obsługi klienta), symetria, komplementarność posiadanej infrastruktury itd. Bardzo ważne jest poczucie wspólnoty celów i punktów widzenia.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Alderson W.: Marketing efficiency and the principle of postponement. Cost and Profit Outlook 3 (Sep.) 1950.
- [2] Autry C. W, GrifTis S. E, Supply chain capital: The impact of structural and relational. Linkages on firm execution and innovation. Journal of Business Logistics 2008 Vol 29, NoI.

- [3] Avir Y, Federgruen A.: Design or postponement: a comprehensive characterization of its benefits under unknown demand distributions. *Operation Research* 49/4 2001.
- [4] Carvalho T., Powell W.: A multiplier adjustment method for dynamic resource allocation problems. *Transportation Science* 34/2 2000.
- [5] Choi T., Dodey K., i Rungtusanatham M.: Supply networks and complex adaptive systems: Control versus emergence. *Journal of Operations Management*. Vol 19/2001.
- [6] Czakon W.: Model biznesu operatora a orkiestracja sieci, w: Pyka J.(red.), *Nowoczesność przemysłu i usług. Modele, metody i narzędzia zarządzania organizacjami*, TNOiK Katowice 2010.
- [7] Eppen, Schrage: Centralized ordering policies in a multiwarehouse system with leadtimes and random demands. *Multi-Level Production/Inventory Control Systems: Theory and Practice*. L.Schwarz (ed.), North-Holland, Amsterdam 1981.
- [8] Federgruen A., Zipkin P.: Approximations of dynamic multilocation production and inventory problems. *Management Science* 30 1984.
- [9] Golic S., Mentzer J.: An Empirical Examination of Relationship Magnitude. *Journal of Business Logistics*, Vol 27. No. 1 2006.
- [10] Grang A, Tang C.S.: On postponement strategies for product families with multiple points of differentiation. *IIETrans*.29 1997.
- [11] Harrison A., van Hoek R.: *Zarządzanie logistyką*, PWE Warszawa 2010.
- [12] Jackson P.L.: , Stock allocation in a two echelon distribution system or “what to do until your ship comes in” *Management Science* 21 1988.
- [13] Lee H.: Effective management o inventory and service through product and process redesign. *Oper.Res.* 44 1996.
- [14] Nair A, Narasimhan R., Choi T: *Supply Network as a Complex Adaptive System: Toward Simulation – Based Theory Building on Ewolutionary Decision Making*, 2009.
- [15] Pathak S., Day J., Nair A., Sawaya W., Kristal M.: Complexity and Adaptivity in Supply Networks: Building Supply Network Theory Using a Complex Adaptive Systems Perspective, *Journal compilation 2007, Decision Sciences Institute vol 38 (4)/2007*.
- [16] Rabelo L., Helal M., Lertpattarapong C., Moraga R., Sarmiento A.: Using system dynamics, neutral nets and eigenvalues to analyse supply chain behavior. A case study. *International Journal of Production Research* 46/1 2008.
- [17] Rokita J.: *Dynamika zarządzania organizacjami*, Prace naukowe Akademii Ekonomicznej im Karola Adamieckiego w Katowicach, Katowice 2009.
- [18] Schwarz L.B.: Model for assessing the value of warehouse risk-pooling: risk pooling over outside-supplier leadtimes. *Management Science* 35 1989.
- [19] Shapiro J.F.: *Modelling the Supply Chain*, Duxbury: USA 2001.
- [20] Surana A., Kumara S., Greaves M., Raghavan U.: Supply chain network: A complex adaptive systems perspective. *International Journal of Production Research*, Vol 43/ 2005.

SIMULATION MODELING COOPERATION OF ENTERPRISES IN THE DISTRIBUTION NETWORK

Abstract:

In the article they considered shaping network relations for the motive for acquiring resources of partners for the purposes of the timely and complete order processing. They showed that the type of the relation indeed influenced the availability of the store of the partner. Types of the relation between partners online were assessed from a perspective of the number of lost orders. Distribution networks were characterized as Complex Adaptive Systems (CAS). Simulation modeling was conducted based on the model of dynamics of systems.

Key words: simulations modeling, distributions network, Complex Adaptive Systems, cooperation