

Włodzimierz Kramarz

Modelowanie procesu realizacji zamówienia w sieciowym łańcuchu dostaw wyrobów hutniczych

Ekonomiczne Problemy Usług nr 105, 511-520

2013

Artykuł został opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej bazhum.muzhp.pl, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

WŁODZIMIERZ KRAMARZ

Politechnika Śląska

MODELOWANIE PROCESU REALIZACJI ZAMÓWIENIA W SIECIOWYM ŁAŃCUCHU DOSTAW WYROBÓW HUTNICZYCH

Wprowadzenie

Organizacja procesu realizacji zamówienia decyduje o poziomie logistycznej obsługi klienta. W zależności od branży, typu przedsiębiorstwa i lokalizacji materialowego punktu rozdziału w łańcuchu dostaw proces realizacji zamówienia może przebiegać zgodnie ze strategią ssania (*pull*) lub pchania (*push*), a długość cyklu realizacji zamówienia i czas trwania poszczególnych faz są zróżnicowane. W systemie *pull* czas trwania poszczególnych operacji, w tym także produkcyjnych, determinuje czas realizacji zamówienia. Cykl realizacji zamówienia w systemie *push* jest krótszy i obejmuje przekazanie zamówienia przez klienta, przyjęcie zamówienia przez przedsiębiorstwo, sprawdzenie wiarygodności zamawiającego, kompletację i wysyłkę towaru oraz otrzymanie zapłaty¹. Jest to więc czas, który upływa od momentu złożenia zamówienia, do chwili gdy produkty znajdują się w miejscu wyznaczonym przez klienta lub zostaną zainstalowane we wskazanym miejscu². Głównymi operacjami składającymi się na ten cykl są operacje logistyczne. Lokalizacja materialowego punktu rozdziału w łańcuchu dostaw, który łączy stronę łańcucha dostaw zorientowaną podażowo ze stroną zorientowaną popytowo, uzależniona jest od stopnia różnicowania produktu i dostosowywania go do potrzeb odbiorców. Im silniejsze różnicowanie produktu, tym bliżej klienta powinien znajdować się materialowy punkt rozdziału, który realizuje strategię odroczonej produkcji. Przedsiębiorstwa pełniące w łańcuchu dostaw rolę materialowego punktu

¹ J. Bendkowski, W. Kramarz, M. Kramarz: *Metody i techniki ilościowe w logistyce stosowanej. Wybrane zagadnienia*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2010.

² M. Christopher, H. Peck: *Logistyka marketingowa*, PWE, Warszawa 2006, s. 87.

rozdziału, realizujące zadania odroczonej produkcji związane z dostosowywaniem produktu pod potrzeby odbiorcy, wyróżniają się złożonym procesem realizacji zamówienia. Ponieważ rola tych organizacji wzrasta w związku z zadaniami, które na nich spoczywają, w tym synchronizacją przepływów materiałowych, budowaniem odporności łańcucha dostaw, monitorowaniem zakłóceń, w badaniach skoncentrowano się na tego typu organizacji. Badania prowadzono w łańcuchu dostaw wyrobów hutniczych kierowanych do branży motoryzacyjnej. Istotnym założeniem przyjętym w badaniach było kształtowanie relacji sieciowych przez materiałowy punkt rozdziału i podwykonawstwo części zadań związanych z odroczoną produkcją.

1. Cykl realizacji zamówienia w sieciowym łańcuchu dostaw – aspekt podwykonawstwa

W literaturze pojawia się szereg pojęć, które próbują opisać złożone relacje budowane w celu wytworzenia i dostarczenia wyrobów, w tym: sieci dostaw, sieci biznesowe, wielowymiarowe sieci kolaborujących przedsiębiorstw czy też sieciowe łańcuchy dostaw. Większość badaczy tego problemu definiuje sieci dostaw jako współpracujące, niezależne prawnie i organizacyjnie przedsiębiorstwa, które konkurują i kooperują jednocześnie. Coraz częściej także w literaturze logistycznej podkreśla się, że pierwsze definicje łańcucha dostaw nie są już wystarczające i wymagają uzupełnienia o istotę sieciowych relacji pomiędzy węzłami. Chopra i Meindl wskazują, że termin łańcuch dostaw może sugerować, że na każdym etapie dodawania wartości występuje tylko jedna organizacja (gracz). W rzeczywistości producenci mogą włączać w przepływy materiałowe wielu innych producentów (podwykonawców) i w przepływy wyrobów wielu dystrybutorów. Bardziej właściwe może być więc używanie określenia sieć dostaw lub sieciowy łańcuch dostaw, by podkreślić złożoną strukturę łańcucha dostaw. Realizacja zamówień w łańcuchu sieciowym różni się od cyklu realizacji zamówienia w łańcuchu dostaw o prostej strukturze.

Przyjmuje się, że cykl realizacji zamówienia obejmuje wszystkie działania, od momentu złożenia zamówienia przez klienta aż do otrzymania przez niego produktu. Proces realizacji zamówienia zaczyna się od fazy planowania sprzedaży na podstawie prognozowanego popytu (system *push*) lub faktycznie zgłoszonych zamówień na produkt lub usługę (system *pull*)³.

Proces realizacji zamówienia, analizowany w literaturze w ostatnich latach, dotyczy pojedynczego przedsiębiorstwa produkcyjnego. Problematyka związana z organizacją i sterowaniem przepływami materiałowymi jest znacznie bardziej złożona, kiedy przedsiębiorstwa podejmują kooperację w sieci i włączają inne or-

³ W ten sposób fazy cyklu realizacji zamówienia omawia między innymi: P. Benson: *Dlaczego musisz myśleć o zarządzaniu cyklem zamówienia*. „Harvard Business Review Polska”, luty 2005, nr 24, s. 177-123.

organizacje (podwykonawców) w proces realizacji zamówienia. Takie decyzje podejmują bardzo często organizacje pełniące w łańcuchu dostaw rolę materiałowego punktu rozdziału. Łącząc stronę łańcucha dostaw sterowaną popytem ze stroną podażową, muszą dostosować kompetencje, potencjał i zdolności produkcyjne do zgłaszanych potrzeb. Dynamiczne rynki, zmienne preferencje odbiorców, nieustanna presja tworzenia innowacyjnych produktów i usług, a także realizacja strategii odroczonej produkcji to główne przyczyny trudności w doborze zdolności produkcyjnych. Czynniki te decydują więc także o nawiązywaniu relacji sieciowych, podwykonawstwie zadań produkcyjnych, a więc o stopniu sieciowości łańcucha dostaw. Jednocześnie wzrost relacji sieciowych staje się dodatkowym obciążeniem materiałowego punktu rozdziału w obszarze sterowania przepływami materiałowymi. Aspekty podwykonawstwa oraz problematykę sieciowego łańcucha dostaw w kontekście cyklu realizacji zamówienia badają między innymi Wan i Evers⁴. Autorzy koncentrują się w swoich badaniach na systemie *push* i strukturze łańcucha dostaw, w której sieć kształtowana jest na poziomie dystrybucji. Jako kluczowy czynnik zabezpieczający terminowość realizowanych zamówień przy znacznych wahaniami popytu autorzy badają poziom zapasów zabezpieczających. W modelu uwzględniają wpływ liczby partnerów sieciowych oraz politykę realizacji zamówienia i prognozy sprzedaży. Autorzy zbadali interakcje pomiędzy wymienionymi czynnikami i wykorzystali otrzymane zależności w modelu symulacyjnym. Rezultaty, które otrzymali, wskazują, że rozmiar efektu byczego bicza różni się w zależności od struktury sieciowego łańcucha dostaw. Podobną koncepcję badań przyjęli wcześniej Thomas i Tyworth, ograniczając model do poziomu zapasów i kooperacji detalistów.

W systemie *pull*, w którym zamówienia nie są realizowane z dostępnych zapasów, ale produkty muszą być wytworzone zgodnie ze złożonym zamówieniem, pozyskane lub zmontowane u podwykonawców (sieciowy łańcuch dostaw), czas cyklu wydłuża się⁵.

2. Ryzyko i zakłócenia w przepływach materiałowych

Przyczyny powodujące opóźnienie w realizacji zamówień klientów i problemy z zapasami mogą pojawić się na każdym etapie funkcjonowania przedsiębiorstwa i potęgować się w miarę wykonywania kolejnych czynności. Wzrost złożoności procesu realizacji zamówienia, a także liczby organizacji włączonych w ten proces

⁴ X. Wan, P. Evers: *Supply chain networks with multiple retailers: a test of the emerging theory on inventories, stockouts and bullwhips*, „Journal of Business Logistics” 2011, 32 (1), s. 27-39.

⁵ J. Bendkowski, M. Kramarz: *Logistyka stosowana. Metody, techniki, analizy*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2006.

zwiększa ryzyko procesów logistycznych i prawdopodobieństwo wystąpienia odchyleń.

Machowiak⁶ wyodrębnia trzy kategorie ryzyka:

- wynikające z zagrożeń zewnętrznych – o charakterze siły wyższej oraz niezależne od woli i działań podmiotów gospodarczych,
- związane z uwarunkowaniami (wewnętrznymi i zewnętrznymi) procesów realizowanych przez poszczególne organizacje w łańcuchu dostaw, będące konsekwencją podejmowanych przez nie działań,
- specyficzne dla łańcuchów dostaw, wynikające z tej formy powiązań i zależności pomiędzy podmiotami gospodarczymi.

Źródła ryzyka specyficzne dla sieciowego łańcucha dostaw to przede wszystkim brak jednego właściciela, brak koordynacji działań, brak wspólnoty celów pomiędzy partnerami, niewłaściwie ukształtowane relacje, brak zaufania i przewaga cech konkurencyjnych w relacjach sieciowych nad cechami współdziałania. Wiąże się z tym ryzyko podejmowania decyzji zarówno finansowych, jak i operacyjnych związanych z realizacją procesów produkcyjnych i logistycznych, zaangażowaniem zasobów itd.

Autorzy specjalizujący się w zarządzaniu ryzykiem w łańcuchu dostaw jako źródła ryzyka przyjmują szeroką bazę potencjalnych zakłóceń, podkreślając, że wszystkie takie zdarzenia wymagają nadzwyczajnego zaangażowania zasobów przedsiębiorstwa^{7, 8}. Relacje sieciowe jako istotne źródło zakłóceń w łańcuchu dostaw podkreślają w swoich badaniach między innymi Min et al.

W procesie realizacji zamówienia można wyodrębnić różne rodzaje zakłóceń, których powstawanie powoduje niepożądane opóźnienia w dostarczeniu dóbr do miejsca przeznaczenia. Jako że zakłócenia w dostawach mogą być skutkiem błędu powstałego w jednym z ogniw łańcucha dostaw, które uczestniczy w drodze produktu do klienta finalnego, trafnym wyborem będzie przedstawienie klasyfikacji w oparciu o stronę odpowiedzialną za zaistnienie danego opóźnienia.

W związku z przyjętym kryterium możemy wyróżnić następujące zakłócenia⁹: niezależne od żadnej ze stron, wynikające z winy przedsiębiorstwa bazowego, wynikające z winy przewoźnika, wynikające z winy dostawcy/podwykonawcy, wynikające z winy odbiorcy.

Zakłócenia niezależne od żadnej ze stron są to wszelkie sytuacje losowe powodujące opóźnienie dostawy, na które wpływu nie ma żadna strona. Sytuacje takie

⁶ *Logistyka*, red. D. Kisperska-Moroń, S. Krzyżaniak, Biblioteka Logistyka, Poznań 2009.

⁷ M. Christopher, H. Peck: *The five principles of supply chain resilience*, „Logistics Europe” 2004, Vol. 12, No. 1, s. 81-90.

⁸ R. Mason-Jones, B. Naylor, D. Towill: *Lean, agile or leagile? Matching your Supply Chain to the marketplace*, „International Journal of Production Research” 2000, Vol. 30, No. 17, s. 61-73.

⁹ W. Kramarz: *Model sterowania przepływami materialowymi w sieci produkcyjnej*, *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Organizacja i Zarządzanie*, Gliwice 2012, z. 60, s. 153-164.

to np. katastrofy naturalne typu trzęsienie ziemi, powódzie, huragany itp., a także złe warunki atmosferyczne, np. silne opady śniegu, deszczu, gradu, które uniemożliwiają dostawę na czas. W artykule skoncentrowano się na trzech źródłach zakłóceń w przepływach materiałowych: przedsiębiorstwo bazowe, podwykonawca i przedsiębiorstwo transportowe.

Zakłócenia z winy przedsiębiorstwa bazowego mogą być skutkiem zarówno absencji pracowników, awarii maszyn, niewystarczającej zdolności produkcyjnej, jak i źle zaprojektowanych procesów produkcyjnych i logistycznych (tabela 1).

Tabela 1

Czynniki zakłócające w przedsiębiorstwie bazowym
(materiałowym punkcie rozdziału)

Zakłócenie (skutek)	Czynnik zakłócający (przyczyna po stronie przedsiębiorstwa bazowego)
- opóźnienia w realizacji zamówienia, - niekompletne zamówienie, - zamówienie wadliwe, - nieterminowa dostawa, - zły poziom zapasów	- zbyt mała zdolność produkcyjna, - błędy pracowników biurowych, - zły system informatyczny, - niedostosowanie warunków realizacji zamówienia do możliwości przedsiębiorstwa bazowego, - źle dobrani partnerzy biznesowi, - źle zaprojektowane relacje w sieci dostaw, - nieodpowiednie zarządzanie gospodarką materiałową, - zła kontrola jakości po stronie przedsiębiorstwa bazowego, - uszkodzenia podczas załadunku/magazynowania, - zła organizacja procesów logistycznych – zbędny ruch ludzi, materiałów lub informacji, - trudności kadrowe przedsiębiorstwa bazowego, - awarie maszyn, - zastosowanie niewłaściwych procedur w procesie wytwarzania i/lub logistycznym, - długie okresy przestoju (bezczynność ludzi, informacji, materiałów)

Źródło: opracowanie własne.

Zakłócenia wynikające z winy podwykonawcy (tabela 2) są to opóźnienia, za które odpowiedzialność ponosi kooperant w sieci, który dostarcza komponenty. Podwykonawca zobowiązany jest wyprodukować daną liczbę części zgodnie z zamówieniem, które otrzyma. Podwykonawca otrzymuje prognozowany plan zapotrzebowania na dane części, tak aby mógł się wcześniej przygotować do produkcji pod kątem materiałowym, załogi itp. Zadaniem podwykonawcy jest także załadunek danej partii materiału na środek transportu odbiorcy. Jeśli materiał nie zostanie załadowany w określonym w zamówieniu terminie, powstałe w wyniku tego opóźnienie przypisywane jest podwykonawcy.

Tabela 2

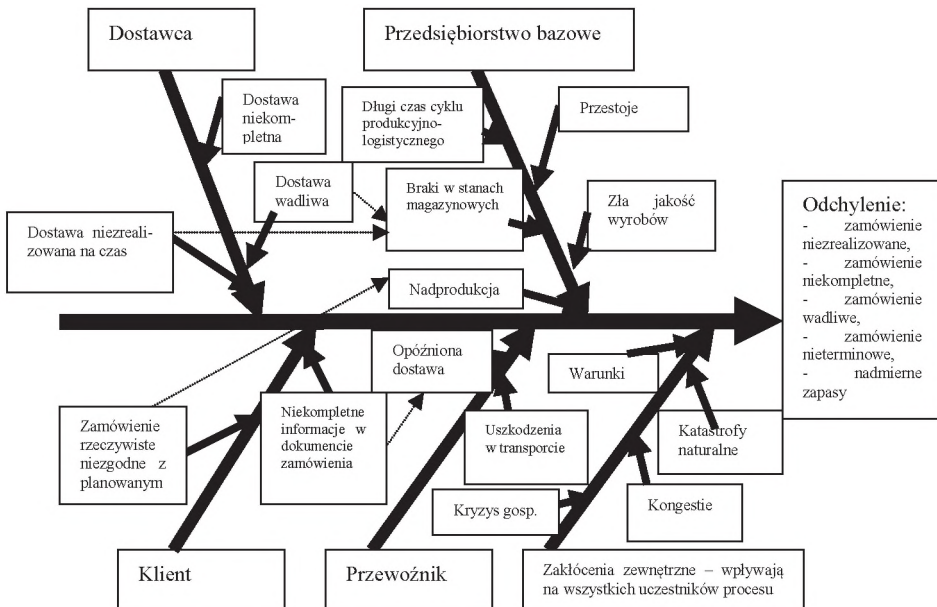
Czynniki zakłócające w przedsiębiorstwie kooperacyjnym (podwykonawca)

Zakłócenie (skutek)	Czynnik zakłócający (przyczyna po stronie dostawcy)
<ul style="list-style-type: none"> - opóźnienia w realizacji dostawy, - dostawa niekompletna, - dostawa wadliwa, - zła jakość dostarczanych materiałów 	<ul style="list-style-type: none"> - zbyt mała elastyczność dostawcy, - niedostosowanie warunków dostawy do możliwości dostawcy, - ograniczone zdolności produkcyjne dostawcy, - zła kontrola jakości po stronie dostawcy, - uszkodzenia podczas załadunku/magazynowania, - trudności finansowe dostawcy, - trudności kadrowe dostawcy, - awarie maszyn, - problemy z zaopatrzeniem

Źródło: opracowanie własne.

Ponadto uwzględniono również zakłócenia powstające podczas transportu detali pomiędzy materiałowym punktem rozdziału a podwykonawcą.

Uwzględniając analizę przyczynowo- skutkową, można zauważyć, że niektóre czynniki zakłócające stanowią źródło wielu różnych zakłóceń, a zakłócenia powstające po stronie różnych uczestników procesu mogą się kumulować i wzmacniać wzajemnie (rys. 1).



Rys. 1. Analiza przyczynowo-skutkowa zakłóceń

Źródło: opracowanie własne.

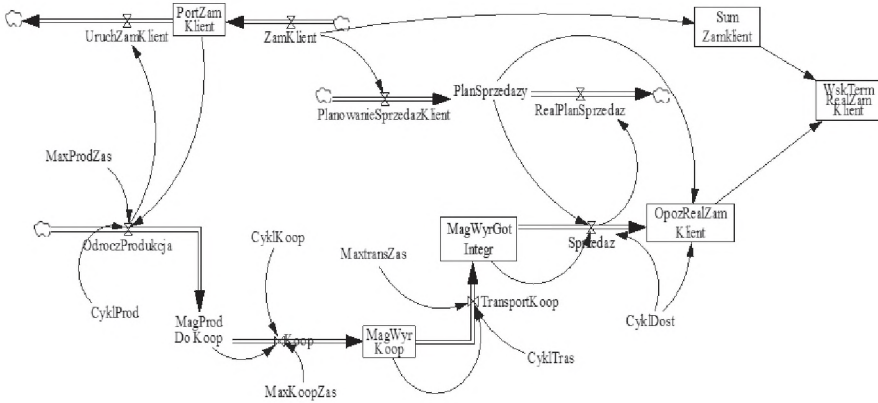
Tym samym przyczyną odchyień powstających w cyklu produkcyjno-logistycznym bądź niedostosowania portfela produkcji do faktycznego zapotrzebowania mogą być błędy w złożonych przez klienta zamówieniach, wycofywanie się z wcześniejszych ustaleń, przyczyny przestojów, niewłaściwych zapasów mogą leżeć po stronie dostawcy, jednocześnie źle zrealizowana dostawa przez dostawcę może mieć swoje pierwotne przyczyny w niewłaściwym złożeniu zamówienia przez klienta.

Wymienione zagrożenia składają się w sumie na szerokie spektrum ryzyka, z jakim musi sobie radzić zarówno w wymiarze strategicznym, jak i operacyjnym przedsiębiorstwo grające rolę materiałowego punktu rozdziału.

3. Modelowanie przepływów materiałowych w technice dynamiki systemów zarządzania

Problem sformułowany w artykule na poziomie operacyjnym przepływów w sieciowym łańcuchu dostaw, w tym przedsiębiorstw kooperujących w zakresie podwykonawstwa wybranych operacji produkcyjnych, rozszerza dotychczasowe modele sterowania przepływami materiałowymi, włączając w system logistyczno-produkcyjny organizacje kooperujące z przedsiębiorstwem bazowym. Tak złożony system, w którym elementami jest kilka organizacji, wymaga uwzględnienia dostępności zasobów poszczególnych aktorów tego systemu, wpływu typu relacji na dostępność zasobów i pojawiające się zakłócenia pomiędzy poszczególnymi elementami systemu (organizacjami kooperującymi w sieci). Ponadto jako źródła endogeniczne zakłóceń w systemie wytypowano zarówno procesy produkcyjne, jak i logistyczne, a także przepływy informacyjne. Kluczowym źródłem egzogenicznym są wahania popytu i niepewność składanych przez klientów zamówień.

W związku z przyjętymi założeniami porównano trzy warianty przepływów materiałowych. W każdym z wariantów uwzględniono przedsiębiorstwo bazowe (materiałowy punkt rozdziału), kooperanta (podwykonawcę) oraz przedsiębiorstwo transportowe. Każda z wymienionych organizacji charakteryzowana była poprzez zdolności produkcyjne (materiałowy punkt rozdziału i podwykonawca) i logistyczne (przedsiębiorstwo transportowe). Kluczowym elementem logistycznej obsługi klienta jest terminowość realizacji zamówień. Dopuszczalny wskaźnik terminowości realizacji zamówień ustalono na poziomie 95%. W oparciu o opracowany model (rys. 2) w technice dynamiki systemów (VENSIM) symulowano przepływy materiałowe w warunkach zakłóceń generowanych w badanych organizacjach (wahania dyspozycyjności zdolności produkcyjnych i logistycznych), uwzględniając wahania popytu oraz wskazując graniczny poziom zapasów zabezpieczających zapewniających realizację zamówień na poziomie ustalonego wskaźnika (wskaźnik terminowości realizacji zamówień większy niż 95%).



Rys. 2. Model realizacji zamówienia w sieciowym łańcuchu dostaw

Źródło: opracowanie własne, VENSIM.

Wariant 1 opracowany został dla stabilnego łańcucha dostaw o zrównoważonych przepływach, bez zakłóceń i z pełną dyspozycyjnością zasobów produkcyjnych i logistycznych. Zdolności produkcyjne w przedsiębiorstwie bazowym i u podwykonawcy ustalono na poziomie 80 ton, co odpowiada górnej granicy popytu (wahania popytu w każdym wariantcie: 20-80 ton) i gwarantuje realizację popytu na poziomie 80 ton/tydzień.

Zapasy zabezpieczające w każdym z wariantów tworzone są w materiałowym punkcie rozdziału jako detale przeznaczone do wysyłki do podwykonawcy, u kooperanta oraz ponownie w materiałowym punkcie rozdziału jako zapasy wyrobów gotowych. W wariantcie 1 poziom zapasów zabezpieczających zapewniających sprawny przepływ realizacji zamówienia wynosi 60 ton w każdym z trzech punktów buforowych. W tak ustalonym modelu wskaźnik terminowości realizacji zamówień wynosi 93% (rys. 3).

W wariantcie 2 na skutek zakłóceń nastąpiła destabilizacja dyspozycyjności zasobów produkcyjnych producenta, kooperanta. Dostępność zdolności produkcyjnych waha się w granicach 30-80 ton/tydzień.

Przy ustalonych w wariantcie 1 poziomach zapasów wskaźnik terminowości realizowanych zamówień spadł do 65%.

W związku z tym w wariantcie 3 poszukiwano poziomu zapasów, które przy tego typu zakłóceniach zabezpieczą przepływy materiałowe, zapewniając realizację zamówień ze wskaźnikiem terminowości co najmniej na poziomie 95%. Wyniki przeprowadzonych eksperymentów wskazują, że zapasy zabezpieczające powinny wzrosnąć do poziomu 100 ton. Bufory na poziomie 100 ton kompensują skutki zakłóceń w badanym sieciowym łańcuchu dostaw.



Rys. 3. Wskaźniki terminowości realizowanych zamówień dla wariantów 1, 2 i 3

Źródło: opracowanie własne.

Podsumowanie

Materiałowy punkt rozdziału łańcucha dostaw wyrobów hutniczych jest przykładem kształtowania relacji sieciowych w obszarze podwykonawstwa zadań odroczonej produkcji. Zidentyfikowane w badanym ogniwie zakłócenia w cyklu realizacji zamówienia potwierdzają tezy prezentowane przez innych autorów mówiące o pozytywnej korelacji pomiędzy wzrostem ilości partnerów w sieci a wzrostem zakłóceń w przepływach materiałowych. Analiza przyczynowo-skutkowa wskazuje na zależności pomiędzy poszczególnymi źródłami zakłóceń, w tym zwłaszcza na zjawisko wzmacniania zakłóceń w wyniku oddziaływania różnych czynników zakłócających. Skutkiem są opóźnienia w procesie realizacji zamówienia, które obniżają wskaźnik terminowości realizacji zamówień.

Sieciowe łańcuchy dostaw jako systemy szczególnie złożone podlegają destabilizacji w wyniku zakłóceń. Dynamika systemów zarządzania pozwala symulować zmiany systemu, wskazując drogę dochodzenia do ponownej równowagi. Zastosowanie metodyki łączącej analizę statystyczną zakłóceń w badanym systemie i symulację procesu realizacji zamówienia poprzez zmiany stanów zapasów w celu uzyskania zadowalającego wskaźnika terminowości jest adekwatne do problemów zidentyfikowanych w sieciowych łańcuchach dostaw.

Literatura

1. Bendkowski J., Kramarz M.: *Logistyka stosowana. Metody, techniki, analizy*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2006.
2. Bendkowski J., Kramarz W., Kramarz M.: *Metody i techniki ilościowe w logistyce stosowanej. Wybrane zagadnienia*, Wydawnictwo politechniki Śląskiej, Gliwice 2010.
3. Benson P.: *Dlaczego musisz myśleć o zarządzaniu cyklem zamówienia*, „Harvard Business Review Polska”, luty 2005, nr 24.

4. Chopra S., Meindl P.: *Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation.*, Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Education, 2007.
5. Christopher M., Peck H.: *The five principles of supply chain resilience*, „Logistics Europe” 2004, Vol. 12, No. 1.
6. Christopher M., Peck H., *Logistyka marketingowa*, PWE, Warszawa 2006.
7. Kramarz W.: *Model sterowania przepływami materiałowymi w sieci produkcyjnej*, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Gliwice 2012.
8. *Logistyka*, red. D. Kisperska-Moroń, S. Krzyżaniak, Biblioteka Logistyka, Poznań 2009.
9. Mason-Jones R., Naylor B., Towill D., *Lean, agile or leagile? Matching your Supply Chain to the marketplace*, „International Journal of Production Research” 2000, Vol. 30, No. 17.
10. Min S., Roath A., Daugherty P., Genchev S., Chen H., Arndt A., Richey R.: *Supply Chain Collaboration: What's happening?*, „The International Journal of Logistics Management” 2005, Vol. 16, No. 2.
11. Thomas, D., Tyworth J. E.: *Is Pooling Lead-Time Risk by Splitting Orders Simultaneously Worthwhile?*, „Journal of Business Logistics”, 28, 1.
12. Wan X., Evers P., *Supply chain networks with multiple retailers: a test of the emerging theory on inventories, stockouts and bullwhips*, „Journal of Business Logistics” 2011, 32 (1).

MODELLING OF THE CYCLE OF ORDER EXECUTION IN THE NETWORK SUPPLY CHAIN OF SMELTING PRODUCTS

Summary

Turbulent environment and large demand fluctuations induce numerous enterprises to cooperate with other organizations in supply networks. Enterprises try to cooperate in different configurations enabling an increase in value added. Since the basic processes forming the usefulness of form, place and time are production operations and logistic processes, hence cooperation in these two task areas is increasingly essential. Therefore, subcontracting of production and logistic tasks is an essential factor determining the structure of contemporary supply chains which are called network chains. The resistance of network supply chains to disruptions is the same important exploratory area. Moreover, from the perspective of individual chain links forming a network supply chain, an essential issue is the skill of adapting itself to variable conditions of the environment and changes in the structure of the chain itself. In the article a process of the completion of an order in the network supply chain was being modeled. In the modelling disruptions in material flows were included.

Translated by Włodzimierz Kramarz