

Włodzimierz KRAMARZ
Politechnika Śląska
Wydział Organizacji i Zarządzania
Instytut Zarządzania i Administracji

BADANIE ZAKŁÓCEŃ I STREF ICH WZMACNIANIA W PRZEPLYWACH MATERIAŁOWYCH WYROBÓW HUTNICZYCH

Streszczenie. Wzrost relacji sieciowych w łańcuchu dostaw jest jedną ze strategii wzmocnienia odporności. Relacje międzyorganizacyjne są jednakże również potencjalnym źródłem zakłóceń. Celem artykułu jest wskazanie metodyki badania zakłóceń oraz stref ich wzmocnienia.

Słowa kluczowe: zakłócenia, strefy wzmocnienia zakłóceń, łańcuch dostaw, przepływy materiałowe

EXAMINING OF DISRUPTIONS AND ZONES OF STRENGTHENING THEM IN MATERIAL FLOWS OF METALURGICAL PRODUCTS

Summary. The height of network relations in the supply chain is one of strategies of improving the resistance. Relations however are also a potential source of disruptions. Showing the methodology of examining of disruptions and zones them strengthening is a purpose of research.

Keywords: disruptions. strengthening disruptions zones, supply chain, material flow

1. Wstęp

Niepewność rynku, intensywne zmiany w mikro- i makrootoczeniu przedsiębiorstw to najistotniejsze czynniki decydujące o kształtowaniu relacji pomiędzy przedsiębiorstwami. Złożoność relacji pomiędzy organizacjami skłania badaczy do rozwijania zarówno

teoretycznych interpretacji pojęcia łańcuch dostaw, jak i obszarów badawczych z nim związanych. Złożone relacje projektowane w łańcuchach dostaw, w tym także relacje sieciowe, mają wspomóc odporność łańcucha dostaw, ale jednocześnie stają się potencjalnym źródłem zakłóceń w przepływach materiałowych. Na zakłócenia tworzone na etapie relacji międzyorganizacyjnych wpływ mają dodatkowe czynniki, których oddziaływanie może wzmacniać bądź osłabiać zakłócenia. Zbiór tych czynników określono mianem stref wzmacniania zakłóceń. Celem artykułu jest wskazanie metodyki identyfikowania oraz analizy stref wzmacniania zakłóceń w przepływach materiałowych.

W części pierwszej wskazano zależności pomiędzy wzrostem relacji sieciowych w łańcuchu dostaw a zakłóceniami w przepływach materiałowych. Część druga poświęcona została omówieniu zakłóceń oraz czynników wzmacniających zakłócenia w przepływach materiałowych. W części trzeciej artykułu pokazano metodykę analizy zakłóceń oraz wyznaczania stref wzmacniania zakłóceń, a następnie zaprezentowano wyniki zastosowania tej metodyki w łańcuchu dostaw wyrobów hutniczych, wskazując zależności pomiędzy czynnikami ryzyka w przepływach materiałowych wyrobów hutniczych a strefami wzmacniania zakłóceń.

2. Sieciowość łańcucha dostaw – odporność kontra generowanie zakłóceń

Spojrzenie na łańcuch dostaw przez pryzmat relacji sieciowych pozwala na wyodrębnienie poziomu łańcucha dostaw, w którym są one tworzone i wskazanie przesłanek do projektowania takiej struktury łańcucha dostaw, która zwiększy odporność na zakłócenia. Struktury sieciowe są w literaturze omawiane są coraz częściej jako sposób konfiguracji łańcucha dostaw, który pozwala zwiększać jego odporność i adaptacyjność. Rozbudowywanie więzi międzyorganizacyjnych może dotyczyć kształtowania sieci zaopatrzenia (np. przemysł motoryzacyjny), sieci produkcyjnej, sieci dystrybucji lub sieci logistycznej, obejmującej współpracujące przedsiębiorstwa logistyczne.

Struktura sieciowa łańcucha dostaw zwiększa elastyczność przez redundancję zasobów produkcyjnych i logistycznych. Elastyczność natomiast zwiększa odporność całego łańcucha dostaw na zakłócenia. Typ relacji sieciowej, a także jej cechy to czynniki mające wpływ na generowanie potencjalnych zakłóceń w przepływach materiałowych. Handfield, McCormack¹ twierdzą, że intensywność skutków zakłóceń w sieciowych łańcuchach dostaw zależna jest od

¹ Handfield R., McCormack K.: Supply chain risk management, 2008.

dwóch kategorii zmiennych – skali sieci (szerokość sieci i długość łańcucha dostaw, odległości geograficzne pomiędzy węzłami), stopnia złożoności relacji pomiędzy węzłami.

Zakłócenia w łańcuchu dostaw definiowane są jako niespodziewane zdarzenia, które spowalniają lub zatrzymują przepływy materiałowe pomiędzy organizacjami współuczestniczącymi w wytwarzaniu i dostarczaniu dóbr oraz usług. Można więc stwierdzić, że zakłócenia to zdarzenia, które wywołują odchylenia w planowanych przepływach materiałowych. Tak zaproponowana interpretacja zakłóceń nawiązuje do publikacji Barroso i in.² (nieprzewidziane lub przewidziane zdarzenia, które naruszają zaplanowane procesy lub stabilność organizacji). Podobnie zakłócenia definiują Svensson³, Hendricks i in.⁴ oraz Kleindorfer i in.⁵, określając je jako nieprzewidziane i nieoczekiwane zdarzenia, które zakłócają przepływ materiałów.

W miarę wzrostu zainteresowania różnymi formami współpracy w sieciach i w łańcuchach dostaw pojawiają się badania wskazujące relacje międzyorganizacyjne jako jedno ze źródeł powstawania zakłóceń, powodujących odchylenia w procesach logistycznych i produkcyjnych. Źródła ryzyka zakłóceń, specyficzne dla łańcucha dostaw i sieci 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 nad cechami współdziałania. Im więc niższy poziom dojrzałości procesowej łańcucha dostaw, tym większe prawdopodobieństwo powstawania zakłóceń w przepływach materiałowych na etapie współpracy międzyorganizacyjnej. Ryzyko zakłóceń wzrasta także wraz ze wzrostem obsługiwanego rynku (globalizacja sieci dostaw), liczbą i różnorodnością włączanych w sieć parterów (w tym wraz ze wzrostem odległości pomiędzy partnerami, odmiennością kultur organizacyjnych, różnicami w systemach politycznych, prawnych, systemowych organizacji pochodzących z różnych krajów, działaniem w zmiennych warunkach klimatycznych)⁶.

² Barroso A.P., Machado V.H, Machado V.C.: A supply chain disturbances classification. Proceedings of IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management. IEEM, December 8-11, Singapore 2008, p. 1870-1874.

³ Svensson G.A.: Conceptual framework for the analysis of vulnerability in supply chains. "International Journal of Physical Distribution and Logistics Management", Vol. 30(9), 2000, p. 731-749.

⁴ Hendricks K., Singhal V.: An Empirical Analysis of the Effect of Supply Chain Disruptions on Long-Run Stock Price Performance and Equity Risk of the Firm. "Production and Operations Management", Vol. 14(1), 2005, p. 35-52.

⁵ Kleindorfer P., Saad G.: Managing disruption risks in supply chains. "Production Operation Management", Vol. 14(1), 2005, p. 53-68.

⁶ Kramarz W.: Modelowanie przepływów materiałowych w sieciowych łańcuchach dostaw. Odporność łańcucha dostaw wyrobów hutniczych. Difin, Warszawa 2013.

W przytaczanych w literaturze⁷ kategoriach ryzyka pojawia się problem ze wskazaniem zależności przyczynowo-skutkowych. Uznano więc, że warto prezentowane w literaturze zakłócenia, ich skutki i odchylenia w przepływach materiałowych przeanalizować pod tym kątem (tab. 1).

Tablica 1

Przyczyny, skutki zakłóceń oraz odchylenia w przepływach materiałowych

Przyczyna	Skutek	Odchylenia
<ul style="list-style-type: none"> – Awarie maszyn – Absencja pracowników – Błędy w dokumentacji – Nieskuteczny system informatyczny – Brak materiału na stanie magazynowym – Niewłaściwa jakość materiałów 	<ul style="list-style-type: none"> – Nadprodukcja – Niedostosowanie struktury asortymentowej do faktycznie zgłoszonego zapotrzebowania – Brak ciągłości procesów produkcyjnych – Długi czas cyklu produkcyjno-logistycznego 	<ul style="list-style-type: none"> Pogorszenie jakości logistycznej obsługi klienta Niewłaściwe poziomy zapasów – zwiększenie kosztów logistycznych Transport nadzwyczajny – zwiększenie kosztów logistycznych

Źródło: Opracowanie własne.

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

3. Metodyka badania zakłóceń w przepływach materiałowych – źródła, czynniki wzmacniające

Proces badania zakłóceń i czynników je wzmacniających jest wieloetapowy. Nawiązując do przytoczonych badań literaturowych, zaproponowano następujące etapy:

- Identyfikacja potencjalnych zakłóceń w przepływach materiałowych w badanym łańcuchu dostaw (lista potencjalnych zakłóceń, bazując na badaniach eksperckich, powinna być dostosowana do konkretnego przemysłu).
- Identyfikacja potencjalnych odchyleń w przepływach materiałowych w badanym łańcuchu dostaw.
- Identyfikacja potencjalnych czynników wzmacniających zakłócenia.
- Budowa narzędzi pomiaru zakłóceń, odchyleń i czynników wzmacniających zakłócenia.
- Badania metodą dzienniczkową i/lub analiza danych statystycznych gromadzonych za pomocą narzędzi informatycznych.

⁷ Chopra S., Sodh M.S.: Managing risk to avoid Supply – Chain Breakdown. “MIT Sloan Management Review”, 2004, p. 53-61.

- Identyfikacja miejsca pojawiania się czynnika zakłócającego (przedsiębiorstwo bazowe, dostawca, podwykonawca, procesy transportowe, makrootoczenie).
- Ocena skutków zakłóceń.
- Wyodrębnienie stref wzmacniania zakłóceń.
- Analiza wpływu stref wzmacniania zakłóceń na odchylenia w przepływach materiałowych.

Czynniki wzmacniające zakłócenia oceniane są pod względem częstotliwości występowania w danym okresie oraz siły wpływu na zakłócenia. Strefy wzmacniania zakłóceń wyodrębniane są na podstawie łączenia czynników wzmacniających zakłócenia o podobnej sile wpływu na zakłócenia.

Dla globalnych sieci dostaw Handfield, McCormack⁸ wskazali kluczowe czynniki wzmacniające skutki zakłóceń⁹, a są nimi: destabilizacja środowiska dostawców, liczba brokerów, czas realizacji zamówienia, koncentracja lub klastering dostawców, niedostatek wykwalifikowanych pracowników, destabilizacja na rynku pracy, stopień regulacji celnych, poziom specjalizacji wymagań magazynowych, poziom wymagań bezpieczeństwa, poziom zróżnicowania popytu (ilościowo i wartościowo), poziom uregulowań prawnych w zakresie importu/eksportu, ograniczona komunikacja, poziom destabilizacji polityki regionalnej/krajowej, liczba punktów transferowych, ograniczone zdolności produkcyjne, ograniczona przepustowość kanałów dystrybucji, obciążenie mocy produkcyjnych i infrastruktury logistycznej, ryzyko terroryzmu, katastrofy naturalne, ograniczona kontrola nad całym systemem (całym sieciowym łańcuchem dostaw), zastosowanie unikalnej technologii, ograniczona liczba dostawców, ograniczona zdolność produkcyjna dostawcy i jego elastyczność, poziom ograniczeń wynikających z jakości produktów i procesów, poziom unikatowości surowców, części i podzespołów, w które zaopatruje się przedsiębiorstwo.

Kontynuując badania empiryczne w zakresie czynników wzmacniających zakłócenia Handfield, Blackhursta, Craighead ChElkins¹⁰ wskazali klasy czynników, które wzmacniają zakłócenia w łańcuchach dostaw:

- globalne źródła dostaw: wpływ zakłóceń w łańcuchu dostaw jest wzmocniony, gdy zwiększa się którykolwiek z wymienionych parametrów, tzn. odległość geograficzną dostawcy, liczbę brokerów i operatorów, długość czasu oczekiwania, klastering dostawców, dostępność siły roboczej, przepisy celne, wymagania magazynowe,

⁸ Handfield R., McCormack K.: op.cit.

⁹ „Czynniki wzmacniające zakłócenia” oznaczają, że prawdopodobieństwo zakłóceń w łańcuchu dostaw wzrasta, jeśli wzrasta wartość danego parametru.

¹⁰ Handfield R.B., Blackhurst J., Elkins D., Craighead C.W.: A framework for reducing the impact of disruptions to the supply Chain: Observations from multiple executives, [in:] Handfield R.B., McCormack K. (eds.): Supply Chain Risk Management. Minimizing Disruptions in Global Sourcing. Taylor & Francis Group, London- New York 2008, p. 29-49.

wymagania bezpieczeństwa, popyt na wyroby, działania legislacyjne związane z importem i eksportem, krajowe i regionalne uwarunkowania polityczne, liczbę terminali przeładunkowych, problemy infrastrukturalne portów i kolei, terroryzm, klęski żywiołowe, brak przejrzystości całego systemu (całego łańcucha dostaw);

- złożoność procesu i produktu – wpływ zakłóceń w łańcuchu dostaw zwiększa się, gdy wzrasta którykolwiek z parametrów: stopień złożoności produktów (liczba części, poziomy w montażu produktu, specyfikacja części i podzespołów), opatentowana technologia, wartość produktu, wymagania dotyczące jakości, zdolności produkcyjne dostawcy (odwrotnie proporcjonalne do zakłóceń), unikatowość materiałów i części, rozmiar części.

Zaproponowaną metodykę wyznaczania stref wzmocnienia zakłóceń i analizy zakłóceń zastosowano w łańcuchu dostaw wyrobów hutniczych.

4. Czynniki ryzyka i strefy wzmocnienia zakłóceń w łańcuchu dostaw wyrobów hutniczych

Gromadzenie danych pierwotnych prowadzone było na podstawie kwestionariusza badań ankietowych. Kwestionariusz, nazwany kartą pomiaru zakłóceń, zawierał pytania otwarte umożliwiające szczegółowe ujęcie zakłóceń, a także ich ocenę według kryterium częstotliwości występowania oraz zamkniętą listę wytypowanych przez wcześniejsze badania eksperckie potencjalnych czynników, wzmocniających zakłócenia w łańcuchu dostaw wyrobów hutniczych. Karty pomiaru zakłóceń udostępnione zostały w trzech obiektach badawczych, stanowiących różne szczeble łańcucha dostaw wyrobów hutniczych kierowanych do branży motoryzacyjnej¹¹. Karty wypełniane były codziennie przez 6 miesięcy przez pracowników różnych komórek organizacyjnych.

Uzyskane dane przetworzone zostały w programie STATISTICA. W opracowaniu wyników wykorzystano zwłaszcza statystykę opisową, analizę czynnikową oraz analizę kanoniczną.

Wyniki badań prowadzonych na tym etapie nawiązują do innych prac prowadzonych przez polskie jednostki naukowo-badawcze, w tym do badań przeprowadzonych przez pracowników Politechniki Łódzkiej¹². Autorzy monografii, badając ryzyko w przedsiębiorstwach regionu łódzkiego, stworzyli kwestionariusz pomiaru ryzyka w obszarach: ryzyko

¹¹ W tym przedsiębiorstwo będące dostawcą komponentów z wyrobów hutniczych, przedsiębiorstwo logistyczne odpowiedzialne za konfekcjonowanie dostaw, oraz klienta – koncern samochodowy.

¹² Sekieta M. (red.): Łódzkie – tygiel firm logistycznych. Wieloaspektowe badania przedsiębiorstw logistycznych aglomeracji łódzkiej. Wyniki badań. Politechnika Łódzka, Łódź 2012.

w przedsiębiorstwie, zarządzanie ryzykiem w przedsiębiorstwie, ciągłość działania. Podstawowe różnice w tworzonych przez pracowników Politechniki Łódzkiej kwestionariuszach oraz propozycje metodyki prezentowanej w niniejszym artykule dotyczą sposobu zadawania pytań oraz sposobu prowadzenia pomiaru. W kartach pomiaru zakłóceń oryginalność podejścia wynika z przeprowadzonych studiów literatury, zdefiniowanych luk teoretycznej i empirycznej. Tym samym, nawiązując do analizy przyczynowo-skutkowej, zaprezentowanej w rozdziale 2, badane zmienne podzielono na zakłócenia, odchylenia oraz czynniki wzmacniające zakłócenia. Czynniki wzmacniające zakłócenia przyjęto zgodnie z przeprowadzonymi badaniami literaturowymi, poddając je ocenie w pytaniu zamkniętym. Czynniki wywołujące zakłócenia pozostawiono w formie pytania otwartego, pozwalając pracownikom wypełniającym codziennie kwestionariusz na dowolność w nazewnictwie zdarzenia, które spowodowało zakłócenia w przepływach materiałowych. Było to świadome podejście do sposobu pomiaru, które miało na celu wychwycenie wszystkich możliwych zdarzeń, a nie tylko tych, o których wiedzę miał autor kwestionariusza w trakcie jego tworzenia. Wymienione zakłócenia charakteryzowane były opisowo pod względem przyczyn wystąpienia oraz skutków, podmiotu odpowiedzialnego za wystąpienie zakłócenia, a także oceniane były według siły wpływu na organizację, według kryteriów organizacyjnego i finansowego. Sposób przyznawania oceny siły wpływu czynników zakłócających podany był w tabeli. Czynniki wzmacniające zakłócenia w przepływach materiałowych oceniane były również każdego dnia. Respondenci oznaczali czy dane zdarzenie miało miejsce w danym dniu oraz (w przypadku twierdzącej odpowiedzi) jaką miało siłę wpływu na zakłócenia w przepływach materiałowych. Kwestionariusze badań ankietowych proponowane przez innych autorów skoncentrowane były na pytaniach zamkniętych. Kwestionariusz proponowany przez pracowników Politechniki Łódzkiej dotyczył oceny ryzyka i przeprowadzony był raz w każdej organizacji. Ze względu na fakt, że wnioskowanie dotyczyło poziomu organizacji, a nie współpracy w łańcuchu dostaw, autorzy przyjęli inne kategorie: źródła sytuacji kryzysowych (wewnętrzne i zewnętrzne), skutki niekorzystnych zdarzeń w działalności przedsiębiorstwa, standardy i regulacje z zakresu zarządzania ryzykiem w przedsiębiorstwie, obszary ryzyka w przedsiębiorstwie (finanse, relacje ze stronami zewnętrznymi, ludzie, strategia, polityka przedsiębiorstwa, struktura organizacyjna, technika, infrastruktura), czynniki ryzyka strategicznego (niedostatek klientów, wizerunek firmy, działania konkurencji, dostępność kapitału, sytuacja polityczna i regulacje prawne, innowacje technologiczne, niekorzystne trendy demograficzne i socjalne), czynniki ryzyka operacyjnego (zasoby ludzkie, systemy sprawozdawczo-księgowo-serwis, technologie informacyjno-komunikacyjne, wydajność przedsiębiorstwa, zmiany, rozwój produktu, przywództwo), ryzyko finansowe, katastrofy naturalne, działania terrorystyczne, przestępcze, zakłócenia

fizyczne środowiska pracy, zakłócenia funkcjonalnego środowiska pracy, zakłócenia środowiska technicznego, czynniki ryzyka informacyjnego, czynniki ryzyka informatycznego (zapewnienie jakości procesów świadczenia usług, realizacja zamówień, redukcja kosztów logistycznych, oferowanie dodatkowych wartości dla klienta, realizacja logistycznej obsługi klienta, sterowanie przepływem produktów, kształtowanie oraz utrzymywanie relacji z otoczeniem, rozwój technologii informacyjnej i informatycznej, analiza i prognoza rynkowych sytuacji logistycznych, opracowanie i rozwój strategii logistycznych, ryzyko procesów logistycznych, badanie i rozwój infrastruktury logistycznej, identyfikacja celów oraz opracowanie założeń realizacji logistycznej obsługi klienta, identyfikacja preferencji i oczekiwań klienta w zakresie obsługi logistycznej, realizacja rachunków klientów, zabezpieczenie i rozwój kwalifikacji personelu, opracowanie zestawu oraz struktury komponentów logistycznych, zagospodarowanie odpadów, opakowań, produktów trwale uszkodzonych, identyfikacja logistycznych segmentów rynku), ryzyko w procesie zarządzania relacjami z klientem w łańcuchu dostaw, ryzyko w procesie zarządzania obsługą klienta w łańcuchu dostaw, ryzyko w procesie zarządzania popytem w łańcuchu dostaw, ryzyko w procesie realizacji zamówień w łańcuchu dostaw, ryzyko w procesie zaopatrzenia, ryzyko w procesie rozwoju produktów i ich komercjalizacji, ryzyko w procesie gospodarowania odpadami i logistyki zwrotnej. Autorzy zaproponowali bardzo obszerny kwestionariusz obejmujący różne kategorie ryzyka w różnych przekrojach. Uznano, że badania zakłóceń w przepływach materiałowych w sieciowym łańcuchu dostaw wymagają innego podejścia i znacznie prostszego kwestionariusza, w którym postawione pytania pozwolą na wyczerpującą odpowiedź pracowników, którzy wypełniają kwestionariusz, a którzy na bieżąco mają do czynienia z różnymi typami zakłóceń (w jednej badanej organizacji kwestionariusze otrzymywało 6 pracowników pracujących na różnych stanowiskach).

Wyodrębnienie czynników ryzyka w przepływach materiałowych było przedmiotem wcześniejszych publikacji¹³. Przeprowadzone badania literaturowe i pilotażowe pozwoliły na wytypowanie 32 czynników wywołujących zakłócenia w przepływach materiałowych. Uzyskane wyniki wskazują na grupy zakłóceń, których średnia częstotliwość występuje na podobnym poziomie. Opierając się na analizie czynnikowej wyodrębniono 6 czynników ryzyka, które łączą zakłócenia.

Wyodrębnione czynniki ryzyka pod względem częstotliwości nie tylko istotnie reprezentują zmienność zakłóceń, ale także mają swoje uzasadnienie merytoryczne. Podział czynników jest zgodny z ujęciem fazowym (systemowym) w logistyce, a więc obejmuje dostawców, przedsiębiorstwo bazowe, przedsiębiorstwa logistyczne, klientów. W obrębie samego przedsiębiorstwa bazowego wyodrębniono dwa typy czynników ryzyka. Pierwszy:

¹³ Kramarz W.: op.cit.

czynnik ryzyka *częstoliwość1* ujmuje zakłócenia będące wynikiem złej organizacji pracy. Zmienne tworzące ten czynnik nawiązują do znanych z literatury czynników marnotrawstwa w organizacji. Drugi czynnik ryzyka generowanego przez przedsiębiorstwo bazowe: czynnik ryzyka *częstoliwość6* dotyczy zdarzeń zachodzących w wyniku niedostosowania bazy zasobowej organizacji oraz procedur kontroli jakości do rzeczywistych wymagań przepływów materiałowych. Podobnie zakłócenia generowane przez dostawcę pod względem częstotliwości złożyły się na dwa czynniki ryzyka. W czynniku ryzyka *częstoliwość2* zgromadzone są zdarzenia związane z kompletnością, jakością lub brakiem dostaw, natomiast w czynniku ryzyka *częstoliwość5* zdarzenia związane są z czasem realizacji dostawy.

Zbiory czynników wzmacniających zakłócenia określono w niniejszym artykule mianem **stref wzmacniania zakłóceń**. Poszczególne strefy wyłoniono na podstawie analizy czynnikowej. Uwzględniając wyniki badań literaturowych (zakończone wytypowaniem zbioru czynników wzmacniających zakłócenia), a także wyniki badań empirycznych, przeprowadzonych we wcześniejszych etapach (w tym zwłaszcza wyodrębnienie czynników ryzyka pod względem częstotliwości i czynników ryzyka pod względem skutków), testowano hipotezę: *Czynniki definiujące strefy wzmacniania zakłóceń intensyfikują częstotliwość zakłóceń w przepływach materiałowych.*

Analiza korelacji w zbiorze zmiennych wykazała istotne zależności pomiędzy czynnikami wzmacniającymi zakłócenia. Wyodrębnienie stref wzmacniania zakłóceń przeprowadzono metodą analizy czynnikowej, a następnie zbiory czynników przeanalizowano merytorycznie pod względem spójności.

Analiza czynnikowa przeprowadzona została w dwóch krokach. W pierwszym wytypowano 12 zbiorów czynników, które reprezentowane były przez 20 czynników wzmacniających zakłócenia i w 97% wyjaśniały zmienność badanego zjawiska (skutki zakłóceń). Nie wszystkie zbiory charakteryzowały się istotną reprezentacją czynników wzmacniających zakłócenia. W drugim kroku wyodrębniono 5 stref wzmacniających zakłócenia. Opis stref wzmacniających zakłócenia przedstawiono w tabelicy 2. Wyodrębnionych 5 stref łącznie reprezentowanych jest przez 17 czynników wzmacniających zakłócenia. Czynniki ujęte w strefach wzmacniających zakłócenia w 93% wyjaśniają zmienność czynników wzmacniających zakłócenia.

Merytoryczna analiza czynników wzmacniających zakłócenia, reprezentujących poszczególne strefy wzmacniania zakłóceń, pozwala na akceptację podziału otrzymanego za pomocą analizy czynnikowej. Wyodrębnione strefy wzmacniania zakłóceń uwzględnione są jako zmienne w kolejnych krokach badań.

Tabela 2

Strefy wzmacniające zakłócenia w przepływach materiałowych sieciowego łańcucha dostaw
wyrobów hutniczych kierowanych do branży motoryzacyjnej

Strefa	Zbiór czynników reprezentujących strefę wzmacniania zakłócenia	Interpretacja
1	Ograniczona liczba dostawców, ograniczona zdolność produkcyjna dostawcy i jego elastyczność, wysoki poziom unikatowości surowców, części i podzespołów, w które zaopatruje się przedsiębiorstwo, koncentracja lub klastering dostawców	Strefa wzmacniania zakłóceń w mikrootoczeniu przedsiębiorstwa bazowego w środowisku dostawców
2	zła komunikacja klient – przedsiębiorstwo, zła komunikacja dostawca – przedsiębiorstwo, zła komunikacja podwykonawca – przedsiębiorstwo	Strefa wzmacniania zakłóceń w przepływach materiałowych na linii komunikacji pomiędzy węzłami sieciowego łańcucha dostaw
3	Niestandardowe zamówienia, ograniczenia wynikające z wysokich wymagań w zakresie jakości i/lub złożoności procesów realizacji zamówienia, złożoność konstrukcyjna wyrobów, znaczne wahania popytu na produkt finalny	Strefa egzogeniczna wzmacniania zakłóceń w obszarze rynku
4	Niewystarczająca przepustowość infrastruktury logistycznej przedsiębiorstwa bazowego, ograniczona przepustowość kanałów dystrybucji	Strefa wzmacniania zakłóceń, wynikająca z ograniczeń przepustowości
5	terroryzm, strajki, katastrofy naturalne, destabilizacja na rynku pracy	Strefa egzogeniczna wzmacniania zakłóceń w obszarze makrootoczenia sieciowego łańcucha dostaw

Źródło: Opracowanie własne.

W dalszej części badano korelacje pomiędzy strefami wzmacniania zakłóceń a czynnikami ryzyka, wyodrębnionymi pod względem częstotliwości.

5. Wpływ stref wzmacniania zakłóceń na czynniki ryzyka

Zdefiniowane strefy wzmacniania zakłóceń mogą oddziaływać zarówno na częstotliwość zakłóceń, jak i na skutki. Analiza wpływu czynników wzmacniających zakłócenia na częstotliwość zakłóceń, ujętych w czynnikach ryzyka, przeprowadzona została przez analizę kanoniczną, gdzie składowymi zmiennej niezależnej były strefy wzmacniające zakłócenia, natomiast zmienna zależna reprezentowana była przez czynniki ryzyka, wyodrębnione pod względem częstotliwości. Otrzymana konfiguracja składowych zmiennych zależnej i niezależnej, która istotnie wyjaśnia wpływ stref wzmacniających zakłócenia na czynniki ryzyka wyodrębnione pod względem częstotliwości, przyjęła współczynnik korelacji kanonicznej $R = 0,699$.

Strefy 1, 2, 4, 5 bardzo pozytywnie wzmacniają czynniki ryzyka, wyodrębnione pod względem częstotliwości, przy czym najsilniej wpływają na wzrost częstotliwości zakłóceń związanych z marnotrawstwem w przedsiębiorstwie bazowym oraz związanych z nie-terminowością dostaw, generowanych przez dostawcę. W otrzymanej konfiguracji ujemny,

bardzo niski współczynnik kanoniczny ma jedynie drugi czynnik ryzyka (zakłócenia generowane przez dostawców, w tym wadliwa lub niekompletna dostawa). Tym samym można zauważyć przede wszystkim istotny wpływ stref wzmacniających zakłócenia na terminowość procesów realizowanych przez dostawcę oraz na organizację procesów w przedsiębiorstwie bazowym.

Kolejne, istotne informacje w tym zakresie otrzymano przeprowadzając analizę korelacji pomiędzy poszczególnymi strefami wzmacniającymi zakłócenia a czynnikami ryzyka, wyodrębnionymi pod względem częstotliwości.

Najsilniejszą zależność otrzymano pomiędzy wpływem strefy 4, a więc ograniczeń w przepływach, wynikających ze zbyt małej przepustowości zasobów logistycznych oraz limitowanych zdolności produkcyjnych, na 6. czynnik ryzyka (obejmujący zakłócenia generowane przez przedsiębiorstwo bazowe w obszarze realizacji zamówienia). Wzmacnianie zakłóceń ograniczeniami w kanałach dystrybucji oraz przez ograniczoną dostępność do zdolności produkcyjnych powoduje duży wzrost nieterminowości realizowanych zamówień i pogorszenie logistycznej obsługi klienta.

Ponadto strefa wzmacniania zakłóceń zidentyfikowana w mikrootoczeniu przedsiębiorstwa bazowego, w środowisku dostawców, a także strefa egzogeniczna wzmacniania zakłóceń w obszarze rynku powodują wzrost częstotliwości marnotrawstwa w przedsiębiorstwie. Relacja ta wydaje się uzasadniona i wskazuje na pogłębianie się problemów związanych z organizacją procesów w przedsiębiorstwie bazowym, przy zaburzeniach i wahaniach otoczenia w obszarze dostaw materiałów, a także wzrastających wymagań klientów, przy jednoczesnej dużej niepewności zamówień.

Strefa wzmacniania zakłóceń w mikrootoczeniu przedsiębiorstwa bazowego, w środowisku dostawców, wzmacnia także istotnie zakłócenia generowane przez podwykonawcę, który to wpływ jest istotny ze względu na prowadzone badania, ponieważ wskazuje na dywersyfikację zakłóceń w łańcuchu dostaw, która jest związana z jego sieciową strukturą i przenoszeniem zakłóceń generowanych w otoczeniu dostawcy na trudności we współpracy z podwykonawcami w obszarze odroczonej produkcji.

Natomiast strefa wzmacniania zakłóceń w przepływach materiałowych na linii komunikacji pomiędzy węzłami sieciowego łańcucha dostaw wzmacnia zakłócenia generowane przez dostawcę w zakresie niezawodności dostaw. Otrzymane na tym etapie wyniki pozwalają na przyjęcie hipotezy.

Wyniki uzyskane w efekcie kolejno realizowanych etapów testowania hipotezy nie pozwalają na jej odrzucenie. Jak wskazano, strefy wzmacniania zakłóceń zbudowane z czynników wzmacniających zakłócenia mają istotny wpływ na czynniki ryzyka wyodrębnione pod względem częstotliwości występowania zakłóceń.

6. Wnioski

Zakłócenia w przepływach materiałowych, jak wynika z przeprowadzonych badań, mogą być wzmacniane przez wiele czynników niezależnych od uczestników procesu. Na poziomie kształtowanych relacji międzyorganizacyjnych identyfikowane są czynniki ryzyka w przepływach materiałowych, które w zależności od przyjętych modeli biznesowych organizacji, zaprojektowanych relacji oraz liczby kształtowanych relacji mogą mieć różny wpływ na przepływy materiałowe w łańcuchu dostaw. Zaproponowana w artykule metodyka identyfikacji czynników ryzyka w przepływach materiałowych oraz stref ich wzmacniania została zweryfikowana w łańcuchu dostaw wyrobów hutniczych.

Strefy wzmacniania zakłóceń w przepływach materiałowych wyrobów hutniczych oddziałują na czynniki ryzyka wyodrębnione pod względem skutków.

Zarówno czynniki ryzyka, jak i strefy wzmacniania zakłóceń powinny być przedmiotem dalszych badań empirycznych rozszerzonych na inne typy łańcuchów dostaw. Zbadane zależności pomiędzy konkretnymi strefami zakłóceń a czynnikami ryzyka są bowiem charakterystyczne dla przemysłu wyrobów hutniczych i specyfiki tych produktów, historycznych zmian w łańcuchach dostaw oraz w preferencjach odbiorców.

Bibliografia

1. Barroso A.P., Machado V.H, Machado V.C.: A supply chain disturbances classification. Proceedings of IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management. IEEM, December 8-11, Singapore 2008, p. 1870-1874.
2. Chopra S., Sodh M.S.: Managing risk to avoid Supply – Chain Breakdown. “MIT Sloan Management Review”, 2004, p. 53-61.
3. Handfield R., McCormack K.: Supply chain risk management, 2008.
4. Handfield R.B., Blackhurst J., Elkins D., Craighead C.W.: A framework for reducing the impact of disruptions to the supply Chain: Observations from multiple executives, [in:] Handfield R.B., McCormack K. (eds.): Supply Chain Risk Management. Minimizing Disruptions in Global Sourcing. Taylor & Francis Group, London-New York 2008, p. 29-49.
5. Hendricks K., Singhal V.: An Empirical Analysis of the Effect of Supply Chain Disruptions on Long-Run Stock Price Performance and Equity Risk of the Firm. “Production and Operations Management”, Vol. 14(1), 2005, p. 35-52.
6. Kleindorfer P., Saad G.: Managing disruption risks in supply chains. “Production Operation Management”, Vol. 14(1), 2005, p. 53-68.

7. Kramarz W.: Modelowanie przepływów materiałowych w sieciowych łańcuchach dostaw. Odporność łańcucha dostaw wyrobów hutniczych. Difin, Warszawa 2013.
8. Machado V., Barroso A., Tenera A., Cruz Machado V.: Strategies to mitigate supply chain disturbances, POMS 20th Annual Conference, Orlando, Florida USA, 1-4.05.2009, p. 3-25.
9. Sekieta M. (red.): Łódzkie – tygiel firm logistycznych. Wieloaspektowe badania przedsiębiorstw logistycznych aglomeracji łódzkiej. Wyniki badań. Politechnika Łódzka, Łódź 2012.
10. Svensson G.A.: Conceptual framework for the analysis of vulnerability in supply chains. "International Journal of Physical Distribution and Logistics Management", Vol. 30(9), 2000, s. 731-749.

Abstract

Network relations allow catching market opportunities, the growth of innovativeness both in the area of products as and the manners of their delivery. They also shape a greater flexibility of the system, allowing its adaptivity at the same time. As a result of the growth of the number of participants in supply chains and network relations, there is an increase in the complexity of the entire system, consequently there appear additional potential sources of disruptions in material flows. The aim of this research in the area of factors of amplification of disruptions is to identify the zones of amplification of disruptions in network supply chains of metallurgic products. The added value, enriching the management theory is a group of disruptions in risk factors distinguished in respect of the frequency of occurrence of disruptions. Moreover, the author proposed and defined the notion of zones of amplification of disruptions. The zones are formed from the groups of factors of amplification of disruptions, having a similar effect on their frequency.