



Maciej Szymczak

Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu
Wydział Gospodarki Międzynarodowej
Katedra Logistyki Międzynarodowej
maciej.szymczak@ue.poznan.pl

SYSTEMY *PERFORMANCE MEASUREMENT* W BUDOWANIU ODPORNYCH ŁAŃCUCHÓW DOSTAW*

Streszczenie: Artykuł dotyczy roli systemów *performance measurement* w budowaniu łańcuchów dostaw, które posiadają zdolność do radzenia sobie w obliczu zmian w otoczeniu (także nagłych i niespodziewanych), ograniczając ryzyko utraty ciągłości i zdolności działania (*resilient supply chain*). To w wielu przypadkach bardzo pożądana cecha współczesnych łańcuchów dostaw. Krytyczna analiza literatury oraz wnioski płynące z obserwacji zachowań przedsiębiorstw są podstawą do wyprowadzenia kierunków zmian w zakresie projektowania i stosowania systemów *performance measurement*. Celem artykułu jest wskazanie najważniejszych mierników zgodnych z celami rozwoju łańcucha dostaw w kierunku zwiększenia jego odporności. Zaproponowano zestaw mierników, który może stanowić zarówno wskazówkę dla menedżerów zarządzających łańcuchem dostaw, jak i kanwę, na której można zbudować rozbudowane i dostosowane do potrzeb systemy *performance measurement* dla łańcuchów dostaw mających się cechować odpornością.

Słowa kluczowe: odporny łańcuch dostaw, zarządzanie łańcuchem dostaw, *performance measurement*.

JEL Classification: D02, L14, L25.

Wprowadzenie

Łańcuchy dostaw ewoluują w czasie, obserwować możemy ich ciągły rozwój. Tak się dzieje, jeśli zarządzanie łańcuchem dostaw podlega jasno określo-

* Publikacja została sfinansowana w ramach projektu badawczego nr 2014/13/B/HS4/03293 sfinansowanego ze środków Narodowego Centrum Nauki.

nemu celowi związanemu z uzyskaniem przez niego pożądaných cech. Jedną z nich jest obecnie wysoki poziom odporności, gdyż – jak wskazują badania – bardzo wiele przedsiębiorstw boryka się z zakłóceniami w swoich łańcuchach dostaw, co powoduje znaczące straty finansowe [Miller, 2014], a czasem doprowadza do utraty zdolności działania. Dążenie do osiągnięcia przez łańcuch dostaw odpowiednio wysokiego poziomu odporności musi być wspierane odpowiednimi narzędziami. Stąd też celem artykułu jest wskazanie najważniejszych mierników zgodnych z celami rozwoju łańcucha dostaw w kierunku zwiększenia jego odporności.

1. Budowanie odpornych łańcuchów dostaw

1.1. Przegląd literatury

W ogólnym rozumieniu zdolność łańcucha dostaw do radzenia sobie w obliczu zmian jest określana odpornością [Wieland i Wallenburg, 2013, s. 301]. Odporne łańcuchy dostaw (*resilient supply chain*, *robust supply chain*) dostosowują swoje strategie i operacje do zmian w otoczeniu w celu ograniczenia ryzyka utraty zdolności działania. Oznacza to postępowanie nakierowane na unikanie zakłóceń lub zmniejszanie ich dotkliwości, jeśli takie wystąpią [Boin i in., 2010]. Odpowiednie działania mogą być podejmowane przed zaistnieniem sytuacji kryzysowej, wówczas mówi się o proaktywnym podejściu do odporności, a jeśli są podejmowane w celu odzyskania pierwotnej zdolności działania po zaistnieniu sytuacji kryzysowej – o podejściu reaktywnym [Välikangas, 2010, s. 19]. Odporność jest funkcją wrażliwości (*vulnerability*), która jest najczęściej rozumiana jako podatność na wyrządzenie szkody [Adger, 2006], oraz zdolności dostosowania się [Dalziell i McManus, 2004]. Odporne łańcuchy dostaw wychodzą obronną ręką z sytuacji zagrożenia, łagodnie przechodzą przez okres niekorzystnych procesów i zjawisk, szybko odbudowują swój potencjał oraz – nierzadko wzmocnione – powracają do rynkowej rywalizacji o klienta. Oczywiście odporne łańcuchy dostaw wymagają odporności poszczególnych jego elementów i podsystemów, a jak się można spodziewać, o odporności całego łańcucha dostaw przesądza odporność najsłabszego ogniwa. Traktując łańcuch dostaw jako system, można za J. Fikselem [2003] wskazać cztery zasadnicze jego cechy, które sprzyjają odporności. Są to:

- wielostronność (*diversity*) w zakresie form działania i zachowań;
- sprawność (*efficiency*), czyli zdolność osiągnięcia wysokiej wydajności przy umiarkowanym zużyciu zasobów;

- zdolność dostosowania się (*adaptability*) rozumiana jako elastyczność działania pod presją;
- spójność (*cohesion*) jako efekt sprzężeń pomiędzy zmiennymi systemowymi a elementami systemu.

Odporność łańcucha dostaw nie oznacza zdolności do jednorazowego pokonania trudności wynikających z zaistnienia nieprzewidzianych zjawisk i zdarzeń. Odporność należy rozumieć w kontekście ciągłego procesu przewidywania zagrożeń dla ciągłości działania czy utrzymania dotychczasowej zdolności działania. Oznacza to ciągłą poprawę procesów, procedur i struktur. Działania te powinny być podporządkowane wynikom audytu odporności, dla oceny której opracowano wskaźniki ilościowe [Carvalho, 2011; Azevedo i in., 2013]. W podejściu reaktywnym jest więc możliwa sytuacja, w której odbudowa potencjału po zaistniałej sytuacji kryzysowej pozwala osiągnąć łańcuchowi dostaw wyższy poziom odporności, przenieść go do stanu bardziej stabilnej równowagi [Sheffi, 2005; Christopher i Peck, 2004], zaś w podejściu proaktywnym ciągle doskonalenie w tym zakresie oznacza podnoszenie poziomu odporności łańcucha dostaw w sposób adekwatny do przewidywanych przyszłych zagrożeń, a poziom odporności bezpośrednio zależy od trafności (jakości) prognoz i faktycznie jest weryfikowany dopiero podczas wystąpienia sytuacji kryzysowej.

Symptomami odporności łańcucha dostaw są zdolność osłabiania wewnętrznych i zewnętrznych czynników, które powodują zakłócenia w jego funkcjonowaniu, a także zdolność zapobiegania transmisji tych zakłóceń w łańcuchu dostaw. Transmisja zakłóceń oznacza propagację negatywnych skutków ryzyka na coraz większą liczbę podmiotów w łańcuchu dostaw – jest skutkiem ich wzajemnej współpracy, a kanały transmisji zakłóceń wyznaczają relacje między podmiotami. Zapobieganie transmisji zakłóceń i niedopuszczanie do ich wzmocnienia w łańcuchu dostaw oznaczają więc modelowanie współpracy podmiotów w tych strukturach. Ten złożony problem jest na razie podejmowany w nielicznych badaniach. Lukę tę wypełnia po części obszerna praca A. Świerczka [2012].

1.2. Problem badawczy

Zwiększanie odporności stało się obecnie niezwykle istotnym zagadnieniem zarządzania strategicznego łańcuchem dostaw. Musi się ono opierać na transparentności działań w ciągle monitorowanym łańcuchu dostaw, kulturze organizacyjnej wspierającej uczenie się oraz uwzględniać ścisłą współpracę, która rozpoczyna się przy projektowaniu łańcucha dostaw, jest widoczna w zarządzaniu

ryzykiem i ujawnia się w stosowaniu zwinnych praktyk zarządzania w obliczu występującej sytuacji kryzysowej. Działania te konstytuują model odpornego łańcucha dostaw według R. Wildinga [2013]. Ponadto zwiększanie odporności łańcucha dostaw wymaga zastosowania narzędzia, które dostarczy informacji o tym, czy wysiłki zarządcze rzeczywiście skutkują wzrostem odporności łańcucha dostaw. Musi to być narzędzie kompleksowe, a jednocześnie możliwe szybkie do wdrożenia i łatwe do stosowania. Dlatego też istotnym problemem badawczym stało się poszukiwanie najlepszego narzędzia, które na to pozwoli, oraz dokonanie takiej jego konfiguracji, która będzie zgodna z celem rozwoju łańcucha dostaw w kierunku zwiększenia jego odporności.

2. Metodologia badania

Zastosowane podejście badawcze uwzględnia systemy *performance measurement*, które obecnie mają szerokie zastosowanie w praktyce biznesowej. Obejmują one zestaw narzędzi diagnostycznych służących do pomiaru, monitorowania i oceny efektów działania organizacji, który to zestaw jest istotnym elementem wewnętrznych systemów kontroli zarządczej. Na zasadzie zamkniętej pętli umożliwiają wnikliwe monitorowanie efektów na poziomie operacyjnym, taktycznym i strategicznym zarządzania, a dzięki temu zabezpieczają efektywny i skuteczny sposób działania organizacji [Bititci, Carrie i McDevitt, 1997]. Są one dobrym instrumentem nawigującym w ewolucji łańcucha dostaw, który ma się charakteryzować konkretnymi cechami. Krytyczna analiza literatury oraz wniosków płynących z obserwacji zachowań przedsiębiorstw będzie podstawą do wyprowadzenia kierunków zmian w zakresie projektowania i stosowania systemów *performance measurement* w budowaniu łańcuchów dostaw, które posiadają zdolność do radzenia sobie w obliczu zmian w otoczeniu (także nagłych i niespodziewanych), ograniczając ryzyko utraty ciągłości i zdolności działania. W ujęciu pragmatycznym taka analiza powinna doprowadzić do opracowania zestawu konkretnych mierników przydatnych w zakresie budowania odpornych łańcuchów dostaw. Wspomniana wyżej obserwacja zachowań przedsiębiorstw została dokonana zarówno z wykorzystaniem dostępnych źródeł wtórnych, jak i wywiadów przeprowadzonych z kadrą menedżerską wybranych przedsiębiorstw reprezentujących różne sektory przemysłu (w większości mających swą siedzibę w Wielkopolsce). Badanie zostało przeprowadzone w 2015 roku. Odbyto kilkanaście rozmów z menedżerami, do których dostęp był ułatwiony z tej racji, że w różny sposób byli oni związani z Uniwersytetem Ekonomicznym

w Poznaniu. Badanie zostało przeprowadzone jako badanie wstępne poprzedzające duże, zakrojone na szeroką skalę ogólnopolskie badanie szczegółowe dotyczące systemów *performance measurement* stosowanych w łańcuchach dostaw, które obecnie jest realizowane w ramach odrębnego projektu badawczego.

3. Potrzeba nowych narzędzi analitycznych

Obecnie podkreśla się pilną potrzebę rozwijania metod analitycznych w łańcuchach dostaw. Powstają zestawy różnego typu mierników i wskaźników zalecane przez znane organizacje branżowe oraz firmy doradcze. Zmiany w zakresie analityki biznesowej są z jednej strony podyktowane zmianami w otoczeniu biznesowym (w coraz mniejszym stopniu przewidywalnym), a mianowicie zmiennością potrzeb konsumentów, jak również coraz większą ich presją, krótkim cyklem życia produktów, częstymi zmianami asortymentu produkcyjnego oraz wysokim stopniem jego zróżnicowania i dostosowania do poszczególnych segmentów rynku czy zmianą roli poszczególnych ogniw w łańcuchu dostaw. Z drugiej strony przedsiębiorstwa mają dzisiaj dostęp do ogromnych zasobów danych (*big data*), które pojawiają się w czasie rzeczywistym, a dotyczą zarówno klientów, ich potrzeb czy zachowań (programy lojalnościowe, media społecznościowe), jak i procesów realizowanych w łańcuchach dostaw (systemy identyfikacji automatycznej, czujniki środowiskowe, systemy *traceability*). To pozwala na zastosowanie zupełnie nowych, zaawansowanych narzędzi analitycznych. Dziś nie wystarczy już scentralizowane sterowanie łańcuchem dostaw na zasadzie jednego ośrodka kontroli z wykorzystaniem kluczowych wskaźników efektywności, którymi mierzy się stopień realizacji celów operacyjnych, taktycznych i strategicznych. Nie wystarczy raportowanie tylko tego, co się zdarzyło. Procedury analityczne muszą być wdrażane na każdym etapie funkcjonowania łańcucha dostaw i nakierowane na przewidywanie przyszłych zdarzeń, co pozwala zarządzać łańcuchem dostaw w sposób proaktywny. Wymaga to utworzenia systemu informacji, który przetwarza duże ilości surowych danych w informacje wykorzystywane w procesie podejmowania decyzji i które przyczyniają się do tworzenia wiedzy w organizacji. Źródłem danych dla takiego systemu jest sprawozdawczość poszczególnych jednostek organizacyjnych. Idea systemów *performance measurement* ma swoje korzenie w rachunkowości. Miary pieniężne są nieodzowne w systemie oceny prowadzonej działalności gospodarczej. Niższe rozważania koncentrują się jednak na monitorowaniu pozapieniężnych efektów działalności łańcuchów dostaw.

4. Analiza wyników badań – dobór mierników

Systemy *performance measurement* używają różnego rodzaju mierników (*metrics, measures, indicators*) o charakterze zarówno ilościowym, jak i jakościowym. Kolejne generacje systemów stosują inne zestawy mierników, a duży wpływ na ich konstrukcję mają do tej pory wykorzystywane miary i wskaźniki, a więc dotychczasowa praktyka stosowania tego typu systemów oraz zgromadzone doświadczenie. Analiza wyników przeprowadzonych badań pokazała wyraźnie, że w przedsiębiorstwach wykorzystuje się wiele mierników o bardzo podobnym charakterze (choć często mają one nieco inne nazwy). Dobór zestawu mierników do pomiaru, monitorowania i oceny efektów działania łańcucha dostaw jest uwarunkowany wieloma charakterystykami. Potwierdza to z kolei analiza literatury przedmiotu. Raz przyjmuje się w niej optykę modelu SCOR i wiąże się mierniki z głównymi procesami w łańcuchu dostaw [Gunasekaran, Patel i McGaughey, 2004; Chae, 2009], innym razem przypisuje się wykorzystanie mierników do konkretnych poziomów zarządzania [Gunasekaran, Patel i Tirtiroglu, 2001], jeszcze innym – do konkretnych charakterystyk łańcucha dostaw [Beamon, 1999], a czasami uzależnia się je od fazy cyklu życia i realizowanej strategii rynkowej [Ahmed, 2002].

Poza miernikami o charakterze podstawowym i uniwersalnym, których stosowanie jest uzasadnione niezależnie od przyjętego kierunku doskonalenia łańcucha dostaw¹, w badaniu szczególną uwagę zwrócono na mierniki specyficzne, związane z doskonaleniem łańcucha dostaw w kierunku zwiększania jego odporności, których wykorzystanie pozwoli monitorować i ocenić tempo oraz efekty doskonalenia w tym zakresie. Propozycja odpowiedniego zestawu mierników dedykowanych temu celowi znajduje się w tab. 1. Zaproponowane mierniki zostały przedstawione w ujęciu głównych procesów łańcucha dostaw uwzględnionych w modelu referencyjnym SCOR na poziomie typów procesów w wersji 11.0 modelu z 2012 roku.

¹ Jak np.: zysk operacyjny, marża operacyjna EBITDA, współczynnik wydajności, obrót, wielkość utraconej sprzedaży, skala ubytków, wartość dodana, stopień wykorzystania zdolności przetwórczych, poziom wykorzystania powierzchni magazynowej, stopa zwrotu z zainwestowanego kapitału, udział w rynku.

Tabela 1. Mierniki łańcucha dostaw związane z odpornością

Proces łańcucha dostaw według SCOR	Nazwa miernika
Planowanie (Plan)	Zdolność przystosowania do warunków działania
	Ciągłość prowadzenia monitoringu środowiskowego
	Zdolność (trafność) przewidywania zagrożeń
	Średni poziom zapasu bezpieczeństwa
	Szybkość zmiany poziomu zapasu bezpieczeństwa
Nabycie (Source)	Stabilność źródeł zaopatrzenia
	Liczba alternatywnych dostawców
	Szybkość zmiany dostawcy
	Poziom zapasów surowców i materiałów do produkcji
Wytwarzanie (Make)	Stopień dyslokacji zapasów surowców i materiałów do produkcji
	Poziom zapasów produkcji w toku
	Liczba alternatywnych organizacji produkcji
	Poziom redundancji zasobów
	Średni czas pomiędzy przestojami spowodowanymi awariami
Dostawa (Deliver)	Okres zdolności do produkcji po zaprzestaniu realizacji dostaw
	Poziom zapasów wyrobów gotowych
	Stopień dyslokacji zapasów wyrobów gotowych
	Liczba alternatywnych sposobów składania zamówienia
	Liczba alternatywnych tras / sposobów dostaw
	Liczba alternatywnych pośredników
	Szybkość zmiany pośrednika
	Stopień substytucyjności różnych kanałów dystrybucji
Okres zdolności do realizacji dostaw po zatrzymaniu produkcji	
Zwrot (Return)	Poziom kompletności dokumentacji dostawy
	Liczba alternatywnych sposobów obsługi zwrotów
Umożliwienie (Enable)	Stopień spełnienia wymogów bezpieczeństwa
	Skala zastosowania standardów przemysłowych
	Zdolność egzekwowania wypełnienia warunków umów
	Poziom redundancji danych

Źródło: Opracowanie własne.

W tabeli 1 przedstawiono wybrane, przykładowe mierniki wydajności, wśród których znajdują się zarówno mierniki ilościowe, jak i jakościowe. Zgodnie z wcześniejszym założeniem pominięto mierniki pieniężne. Trzeba jednak zaznaczyć, że wymienione w tabeli mierniki można odnosić do kosztów, np. średni poziom zapasu bezpieczeństwa a łączny koszt zapasu; liczba alternatywnych sposobów składania zamówienia a koszt utrzymania kanału sprzedaży. Tak zrelatywizowany miernik pozwala uchwycić wpływ wybranego efektu działania łańcucha dostaw na koszty jego funkcjonowania, wartościując dany efekt w wybranej dziedzinie parametrów oceny. Tę dziedzinę można też zmieniać, łącząc proponowane mierniki związane z odpornością z innymi miernikami o charakterze uniwersalnym, np. poziom zapasów wyrobów gotowych a wielkość utraczonej sprzedaży; liczba alternatywnych pośredników a wartość dodana. Badania wykazały taką praktykę w przedsiębiorstwach. Także w ramach przedstawionego zbioru mierników można tworzyć mierniki złożone, jak np.: liczba alterna-

tywnych pośredników a szybkość zmiany pośrednika; średni poziom zapasu bezpieczeństwa a stopień dyslokacji zapasów wyrobów gotowych. Niektóre mierniki można stosować w przeliczeniu na jednostkę czasu (np. średni poziom zapasu bezpieczeństwa w roku) lub jednostkę towaru (np. stopień substytucyjności różnych kanałów dystrybucji na paletę dostarczonego towaru). Taką praktykę ujawniły przeprowadzone badania. Przy takim odniesieniu wygodnie będzie się posługiwać wartościami uśrednionymi (np. średni stopień substytucyjności różnych kanałów dystrybucji na paletę dostarczonego towaru w roku). Zmieniając jednostkę, następnie można wedle potrzeby zmieniać rozdzielczość takich mierników. Niektóre mierniki jakościowe można konkretyzować, tworząc z nich mierniki ilościowe. W tym kontekście należy zwrócić uwagę zwłaszcza na te, do których określenia użyto słów „zdolność”. Zwykle można łatwo dokonać takiej zmiany, rezygnując z tych określeń na rzecz liczby określonych zdarzeń. W ten sposób np.: „zdolność przystosowania do warunków działania” można zamienić na „liczbę przypadków udanego przystosowania się do warunków działania (w odniesieniu do podejmowanych projektów biznesowych)”, „zdolność przewidywania zagrożeń” – na „liczbę przypadków trafnego przewidzenia zagrożenia w stosunku do ogólnej liczby zagrożeń”, „zdolność egzekwowania wypełnienia warunków umów” – na „liczbę udanych egzekucji warunków umów”. Możliwości modyfikacji mierników są jedną z głównych przyczyn wielości stosowanych w praktyce mierników, co zaobserwowano już na samym początku badań.

Chcąc ocenić efekty działania na tle konkurentów, należałoby dokonać pewnej eksternalizacji mierników poprzez odniesienie ich wartości np. do średniej w branży. Takie działanie pozwoliłoby jednocześnie na ocenę stopnia konkurencyjności – nie zaś tylko efektów doskonalenia łańcucha dostaw w kierunku jego odporności. Inaczej pokazałoby to, czy podnoszenie stopnia odporności łańcucha jest tym działaniem, które odpowiada za poziom jego konkurencyjności.

Podsumowanie

Mierniki wymienione w tab. 1 stanowią próbę generalizacji poprzez zastosowane mianownictwo, ale są odzwierciedleniem praktyki menedżerskiej. Oznacza to, że firmy stosują większość z nich w swojej działalności. Nie można jednak uznać, że dzięki temu poziom odporności ich łańcuchów dostaw automatycznie wzrasta. Wskazuje to na niski poziom przetwarzania danych, jakie dostarczają, na słaby poziom tworzenia wartości informacyjnej dla procesów zarządzania,

zwłaszcza na szczeblach taktycznym i strategicznym. Tym samym sygnalizuje to niewystarczający poziom formalizacji systemów *performance measurement*.

Z pewnością potrzebne są bardzo szczegółowe badania, które pozwolą na zdiagnozowanie większej liczby zjawisk i czynników, które wpływają na odporność łańcucha dostaw w niestabilnym otoczeniu. Będzie to jednocześnie podstawą do opracowania dodatkowych mierników, uszczegółowienia ich zestawu oraz zdywersyfikowania go w ujęciu branżowym.

Na zakończenie warto się odwołać do spostrzeżeń zawartych w książce N.N. Taleba [2014], które w kontekście przedmiotowych rozważań są może nie tyle dobrym podsumowaniem, ile zachętą do rozwinięcia dyskusji na temat budowania odporności łańcuchów dostaw. Mimo coraz lepszych systemów *performance measurement* czy innych narzędzi analitycznych, coraz bardziej niestabilne otoczenie nieustannie zaskakuje nas różnego typu wstrząsami o niespotykanej dotąd sile i nie daje możliwości kontrolowania toczących się w nim zjawisk i procesów. Aby w takiej rzeczywistości móc z powodzeniem funkcjonować, należy być – jak to nazywa autor – antykruchym (*antifragile*). Antykruchy łańcuch dostaw to oczywiście łańcuch odporny, który staje się silniejszy i sprawniejszy pod wpływem zmienności warunków działania czy nagłych szoków. Wykorzystuje te sytuacje jednak przede wszystkim do tego, aby budować swoją pozycję rynkową i stymulować swój rozwój. Nie tylko jest przygotowany na każdy scenariusz zdarzeń, ale każdy scenariusz jest dla niego szansą, by wyrwać się do przodu. Budowanie takich łańcuchów dostaw będzie symptomem najwyższych kompetencji biznesowych w najbliższych dekadach.

Literatura

- Adger W.N. (2006), *Vulnerability*, "Global Environmental Change", Vol. 16, No. 3, s. 268-281.
- Ahmed A.M. (2002), *Virtual Integrated Performance Management*, "International Journal of Quality and Reliability Management", Vol. 19, No. 4, s. 414-441.
- Azevedo S.G., Govindan K., Carvalho H., Cruz-Machado V. (2013), *Ecosilient Index to Assess the Greenness and Resilience of the Upstream Automotive Supply Chain*, "Journal of Cleaner Production", Vol. 56, s. 131-146.
- Beamon B.M. (1999), *Measuring Supply Chain Performance*, "International Journal of Operations & Production Management", Vol. 19, No. 3, s. 275-292.
- Bititci U.S., Carrie A.S., McDevitt L. (1997), *Integrated Performance Measurement Systems: A Development Guide*, "International Journal of Operations and Production Management", Vol. 17, No. 5, s. 522-534.

- Boin A., Kelle P., Whybark D.C. (2010), *Resilient Supply Chains for Extreme Situations: Outlining a New Field of Study*, "International Journal of Production Economics", Vol. 126, No. 1, s. 1-6.
- Carvalho H. (2011), *Resilience Index: Proposal and Application in the Automotive Supply Chain* [w:] Exploring Interfaces, Proceedings of the 18th EUROMA Conference, 3-6 July, European Operations Management Association, Cambridge, UK.
- Chae B. (2009), *Developing Key Performance Indicators for Supply Chain: An Industry Perspective*, "Supply Chain Management: An International Journal", Vol. 14, No. 6, s. 422-428.
- Christopher M., Peck H. (2004), *Building the Resilient Supply Chain*, "International Journal of Logistics Management", Vol. 15, No. 2, s. 1-13.
- Dalziel E.P., McManus S.T. (2004), *Resilience, Vulnerability, and Adaptive Capacity: Implications for System Performance*, International Forum for Engineering Decision Making (IFED), 6-8 grudnia, Stoos, Szwajcaria, http://ir.canterbury.ac.nz/bitstream/10092/2809/1/12593870_ResOrgs_IFED_dec04_EDSM.pdf (dostęp: 3.12.2014).
- Fiksel J. (2003), *Designing Resilient, Sustainable Systems*, "Environmental Science and Technology", Vol. 37, No. 23, s. 5330-5339.
- Gunasekaran A., Patel C., McGaughey R.E. (2004), *A Framework for Supply Chain Performance Measurement*, "International Journal of Production Economics", Vol. 87, Iss. 3, s. 333-347.
- Gunasekaran A., Patel C., Tirtiroglu E. (2001), *Performance Measures and Metrics in a Supply Chain Environment*, "International Journal of Operations and Production Management", Vol. 21, No. 1/2, s. 71-87.
- Miller N. (2014), *Latest Trends in Logistics Point Toward Automation*, <http://exclusive.multibriefs.com/content/latest-trends-in-logistics-point-toward-automation> (dostęp: 18.02.2014).
- Sheffi Y. (2005), *Building a Resilient Supply Chain*, "Harvard Business Review: Supply Chain Strategy", Vol. 1, No. 8, s. 1-4.
- Świerczek A. (2012), *Zarządzanie ryzykiem transmisji zakłóceń we współdziałaniu przedsiębiorstw w łańcuchach dostaw*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego, Katowice.
- Taleb N.N. (2014), *Antifragile. Things That Gain from Disorder*, The Random House Publishing, New York.
- Välakangas L. (2010), *The Resilient Organization: How Adaptive Cultures Thrive Even When Strategy Fails*, McGraw-Hill, New York.
- Wieland A., Wallenburg C.M. (2013), *The Influence of Relational Competencies on Supply Chain Resilience: A Relational View*, "International Journal of Physical Distribution & Logistics Management", Vol. 43, No. 4, s. 300-320.
- Wilding R. (2013), *Supply Chain Temple of Resilience*, "Logistics & Transport Focus", Vol. 15, No. 11, s. 55-59.

**PERFORMANCE MEASUREMENT SYSTEMS
IN DEVELOPING RESILIENT SUPPLY CHAINS**

Summary: The paper deals with the role of performance measurement systems in developing the supply chain which have the ability to cope with changes in the environment (including sudden and unexpected) reducing the risk of losing the ability to operate. In many cases this is a very desirable feature of modern supply chains. The critical analysis of literature and the conclusions of observing corporate behaviour were the basis for deriving directions of design and application of performance measurement systems. The purpose of the paper is to identify the most important performance metrics in line with the objectives of the development of resilient supply chains. A set of measures has been proposed which can serve as both a guide for supply chain managers and a canvas to build robust and tailored performance measurement systems for resilient supply chains.

Keywords: resilient supply chain, supply chain management, performance measurement.