Lech A. Bukowski[1]
Wyższa Szkoła Biznesu w Dąbrowie Górniczej

Koncepcja modelowania ciągłości procesów logistycznych[2]

Współczesna działalność gospodarcza, zarówno realna jak i wirtualna, rozwija się dynamicznie w skali globalnej. Pociąga to za sobą ciągły wzrost złożoności systemów, w ramach których realizowane są zintegrowane procesy biznesowe, produkcyjne oraz usługowe, jak również konieczność podejmowania kluczowych decyzji w oparciu o niedoskonałą wiedzę, obarczoną niepewnością, niekompletnością i niejednoznacznością dostępnych informacji.

Takimi złożonymi systemami są także globalne łańcuchy dostaw, które charakteryzują się topologią skomplikowanych sieci, realizujących określone funkcje, polegające na przemieszczaniu w przestrzeni i czasie, a również przechowywaniu dóbr, w warunkach zmiennego i niepewnego otoczenia oraz możliwych zakłóceń i zagrożeń. Wyzwania stojące przed współczesnymi łańcuchami dostaw wynikają zarówno z trendów rozwoju nowych technologii, zwłaszcza informacyjnych i informatycznych, jak również z aktualnego stanu gospodarki światowej, będącej ciągle jeszcze w fazie kryzysu. Poprawa konkurencyjności w zakresie usług logistycznych wymaga ciągłego doskonalenia procesów logistycznych (*Continous Improvement Process*), ze szczególnym uwzględnieniem aspektów bezpieczeństwa i ryzyka. Do najważniejszych kierunków działań doskonalących funkcjonowanie współczesnych łańcuchów dostaw można zaliczyć między innymi [10]:

- zwiększanie płynności finansowej przez aktywne zarządzanie kapitałem obrotowym (zapasami, należnościami i zobowiązaniami finansowymi),
- przeorientowanie łańcuchów dostaw z zaopatrzenia na zapotrzebowanie (elastyczne reagowanie na potrzeby rynku – system „ssący"),
- konsolidację, a zarazem regionalizację łańcuchów dostaw, pozwalające na znaczące obniżenie kosztów transportu oraz liczby magazynów,
- poprawę bezpieczeństwa sieci dostaw przez zmniejszenie ich podatności na zagrożenia zewnętrzne, związane zarówno z działaniem sił natury (katastrofy naturalne), jak również z celowym działaniem grup przestępczych lub terrorystycznych,
- zwiększenie skuteczności zabezpieczeń sieci dostaw przed możliwymi zagrożeniami oraz zdolności do podtrzymania ciągłości dostaw w warunkach kryzysowych,
- strategiczne oraz kompleksowe podejście do zarządzania ryzykiem w łańcuchach dostaw, jako narzędzia wspomagającego podejmowanie kluczowych decyzji logistycznych.

Podstawowym warunkiem powodzenia ww. działań jest kompleksowe podejście do zarządzania łańcuchami dostaw, ze szczególnym uwzględnieniem ich złożoności, niedoskonałości posiadanej wiedzy oraz szeroko rozumianego ryzyka. Stąd zrodziła się koncepcja *Total Logistic Management* [2], którą oparto na następujących założeniach:

- złożoności łańcuchów dostaw i emergentnego charakteru ich właściwości. Współczesne łańcuchy dostaw są złożonymi systemami antropotechnicznymi, których właściwości, na skutek wielorakich relacji współzależności między ich elementami składowymi oraz otoczeniem mają charakter emergentny, zatem nie jest możliwe jednoznaczne ich wyznaczenie wyłącznie na podstawie inherentnych właściwości elementów składowych;
- niedoskonałości dostępnej wiedzy. Wiedza, w oparciu o którą podejmowane są decyzje dotyczące łańcuchów dostaw, bazuje w wielu przypadkach na niepewnych, niepełnych i niejednoznacznych informacjach, a zatem jest niedoskonała, a menedżerowie podejmujący decyzje kierują się na ogół zasadą ograniczonej racjonalności oraz subiektywnej oceny użyteczności osiąganych wyników;
- wieloaspektowości problematyki. Kompleksowe podejście do łańcuchów dostaw wymaga uwzględnienia trzech podstawowych aspektów, a mianowicie:
  - — przestrzennej rozciągłości infrastruktury systemu logistycznego oraz jej otoczenia, przy czym granica między systemem a jego otoczeniem jest z reguły nieostra i zmienna w czasie,
  - — czasowej ciągłości i zmienności procesów logistycznych w ujęciu tak zwanego „cyklu życia" oraz zrównoważonego rozwoju (*sustainability*),
  - — całościowego ujęcia z perspektywy technicznej, ekonomicznej oraz społeczno-etycznej, przy czym powinno to być ujęcie transdyscyplinarne;
- istotności roli ryzyka w podejmowaniu decyzji.

Zatem jednym z podstawowych celów zarządzania łańcuchami dostaw powinno być racjonalne zarządzanie ryzykiem oraz ciągłością dostaw, ze szczególnym uwzględnieniem bezpieczeństwa, podatności łańcuchów dostaw na zagrożenia oraz ich odporności na te zagrożenia, czyli zdolności do podtrzymania ciągłości dostaw także w warunkach nietypowych, które nie występowały w przeszłości, a zatem są praktycznie niemożliwe do przewidzenia.

Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie koncepcji modelowania ciągłości procesów logistycznych, możliwej do wykorzystania przy projektowaniu i realizacji konkretnych łańcuchów dostaw, opartej na dynamicznie rozwijających się aktualnie transdyscyplinarnych dziedzinach wiedzy, jakimi są Zarządzanie Ciągłością Działania (*Business Continuity Management*), Inżynieria Bezpieczeństwa (*Safety Engineering and Security Engineering*) oraz Inżynieria Odporności na Zagrożenia (*Resilience Engineering*).

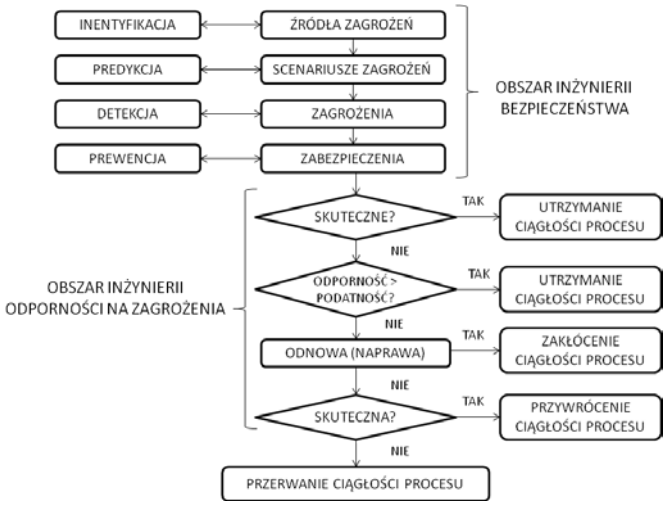
[1] Prof. dr hab. inż. L.A. Bukowski, prof. zw., dyrektor Centrum Inżynierii Biznesu Wyższej Szkoły Biznesu w Dąbrowie Górniczej.
[2] Artykuł recenzowany.

Model utrzymania ciągłości procesów logistycznych

Utrzymanie ciągłości realizacji procesów logistycznych można uważać za część składową szerszej problematyki, jaką jest zapewnienie ciągłości działania organizacji. Problematyka ta zaliczana jest do obszaru zarządzania ryzykiem operacyjnym [13], a jej rozkwit nastąpił w ostatnich dziesięciu latach, wraz z powstaniem pojęcia *Business Continuity Management* (BCM). Zarządzanie Ciągłością Działania definiowane jest [7] jako holistyczny proces zarządzania, mający na celu ocenę wpływu zagrożeń na działanie organizacji, jak również tworzenie warunków zapewnienia odporności i zdolności skutecznej reakcji na zagrożenia, w celu ochrony kluczowych interesów akcjonariuszy, wizerunku firmy i osiągniętych wartości.

BCM powinno być mocno posadowione na bazie kultury danej organizacji oraz być częścią składową ładu korporacyjnego.

Problematyka zarządzania ciągłością działania związana jest ściśle z zapewnieniem i zarządzaniem bezpieczeństwem, co znajduje wyraz na przykład w metodzie TSM/BCP (*Total Security Management / Busines Continuity Planning*) [13]. Metoda ta ma charakter uniwersalny, kompleksowo ujmując zagadnienie ciągłości działania w skali całego podmiotu gospodarczego. Natomiast specyfika łańcuchów dostaw, a zwłaszcza globalnych sieci dostaw, jest na tyle wyjątkowa, że wymaga, zdaniem autora, oddzielnego potraktowania. W tym obszarze można przyjąć za podstawę doświadczenia zdobyte w ramach Inżynierii Bezpieczeństwa, a w szczególności w zakresie zabezpieczania (*Security Engineering*) [1] oraz Inżynierii Odporności na Zagrożenia (*Resilience Engineering*) [11]. Korzystając z tych doświadczeń proponuje się koncepcję utrzymania ciągłości procesów logistycznych przedstawioną schematycznie w postaci algorytmicznego modelu na rysunku 1.



Rys. 1. Algorytmiczny model utrzymania ciągłości procesu

Pierwsze cztery elementy modelu, a mianowicie:

- identyfikacja potencjalnych źródeł zagrożeń,
- predykcja możliwych scenariuszy realizacji tych zagrożeń,
- monitorowanie, detekcja i rozpoznawanie zaistniałych w danej chwili zagrożeń,
- prewencja, czyli zapobieganie i ochrona przed rozpoznanymi zagrożeniami

należą do obszaru, za który odpowiedzialna jest Inżynieria Bezpieczeństwa. Natomiast w sytuacjach, w których te działania nie odniosą zamierzonego skutku, zagrożony obiekt, czyli łańcuch dostaw, musi „bronić się" sam. W tym obszarze, za który odpowiada Inżynieria Odporności na Zagrożenia, kluczowym warunkiem utrzymania ciągłości realizacji procesu jest spełnienie warunku – „odporność > podatność".

Zgodnie z zaproponowanym modelem, w pierwszej kolejności należy dokonać identyfikacji potencjalnych źródeł zagrożeń, jakim może podlegać dany łańcuch dostaw. Opierając się na publikacjach z tego zakresu, a w szczególności na badaniach przeprowadzonych w Curtin University w Perth (Australia) [8], proponuje się podział potencjalnych zagrożeń na cztery klasy:

I Zewnętrzne (losowe) – Z:
   a) katastrofy naturalne – Z1,
   b) wypadki i awarie (pożar, eksplozja, uszkodzenia infrastruktury) – Z2,
   c) epidemie – Z3,
   d) piractwo i kradzież – Z4,
   e) sabotaż i terroryzm – Z5,
   f) niestabilność polityczna – Z6.

II Operacyjne – O:
   a) problemy z jakością – O1,
   b) błędy w funkcjonowaniu urządzeń technicznych (zawodność) – O2,
   c) problemy transportowe – O3,
   d) problemy z systemami IT (zakłócony przepływ informacji) – O4,
   e) problemy z kadrą (niedobór, strajk) – O5,
   f) różnice kulturowe – O6.

III Finansowe – F:
   a) bankructwo i utrata płynności finansowej – F1,
   b) znaczące zmiany kursów walut – F2,
   c) recesja – F3.

IV Logistyczne – L:
   a) brak dostępności do surowców – L1,
   b) problemy z dostawcami – L2,
   c) problemy z odbiorcami – L3,
   d) konkurencja – L4,
   e) nieprzewidywalne fluktuacje popytu – L5.

W dalszej kolejności należy dokonać predykcji możliwych scenariuszy tych zagrożeń oraz oceny szans ich realizacji (jeśli jest to możliwe – metodami statystycznymi; jeśli zaś nie, to metodami eksperckimi). W oparciu o uzyskane wyniki powinien zostać zaprojektowany i wdrożony skuteczny oraz efektywny system monitorowania, detekcji oraz rozpoznawania zaistniałych w czasie pracy łańcucha dostaw zagrożeń. Informacje o wykrytych i rozpoznanych zagrożeniach powinny być natychmiast przekazane do systemu zabezpieczającego, którego zadaniem jest zapobieganie i ochrona łańcucha dostaw przed rozpoznanymi zagrożeniami.

Ilościowej implementacji zaproponowanego modelu można dokonać na przykład posiłkując się rozwiązaniem zaproponowanym w pracach [4 i 6], dostosowując parametry modelu do charakterystyk danego łańcucha dostaw. U podstaw rozwiązania leży idea wykorzystania podstawowych założeń metody FMECA (*Failure Mode, Effect and Criticallity Analysis*) oraz metod eksperckich, opartych na logice rozmytej i regałowych bazach wiedzy.

Druga część modelu, oparta na Inżynierii Odporności na Zagrożenia, sprowadza się do zapewnienia badanemu obiektowi (łańcuchowi dostaw) zdolności do podtrzymania ciągłości dostaw w warunkach kryzysowych. Podstawowym warunkiem utrzymania ciągłości realizacji procesu jest spełnienie warunku – „odporność > podatność". Pod pojęciem odporności (*resilience*) rozumiana jest zdolność obiektu do absorpcji szoku wywołanego zagrożeniem, zachowania struktury i funkcji po ustąpieniu szoku oraz możliwości reorganizacji struktury i/lub funkcji (na przykład w wyniku nadmiarowości albo zdolności do samoorganizacji), jeśli to okaże się konieczne. Podatność na zagrożenia (*vulnerability*) definiowana jest jako stopień w jakim obiekty (zasoby materialne i niematerialne) są wrażliwe na działanie negatywnych zdarzeń wywołanych prze potencjalne źródła zagrożeń (propozycja własna na podstawie [11 i 12]). W przypadku, gdy powyższy warunek nie zostanie spełniony, pozostaje uruchomienie procesu odnowy obiektu, w zakresie, który okaże się niezbędny do osiągnięcia zadanego poziomu jakości usług, przy istniejących ograniczeniach zasobowych (finansowych i czasowych).

Przebieg czasowy dla tej części modelu, wraz z analizą jego poszczególnych faz, przedstawiono między innymi w pracach [3 i 5], natomiast zasady konfigurowania odpornych łańcuchów dostaw można znaleźć w takich pracach, jak [9, 11 i 12].

Podsumowanie

Utrzymanie ciągłości procesów logistycznych w ramach łańcuchów dostaw, a zwłaszcza globalnych sieci dostaw, jest jednym z najważniejszych wyzwań stojących przed współczesną logistyką. Wymaga to kompleksowego i transdyscyplinarnego podejścia do zagadnienia, z uwzględnieniem aspektów technicznych, organizacyjnych, ekonomicznych, społecznych i etycznych, złożoności strukturalnej, niedoskonałości posiadanej wiedzy oraz szeroko rozumianego ryzyka.

Zaproponowany w niniejszym artykule model utrzymania ciągłości procesów logistycznych jest próbą konkretyzacji tego problemu i może stanowić punkt wyjścia do budowy systemu eksperckiego wspomagającego decyzje w zakresie konfigurowania, oceny i zarządzania konkretnych łańcuchów dostaw, w szczególności tych o zasięgu globalnym.

Streszczenie

W artykule przedstawiono model utrzymania ciągłości procesów logistycznych, zbudowany na podstawach wywodzących się z obszaru Inżynierii Bezpieczeństwa oraz Inżynierii Odporności na Zagrożenia. Część pierwsza modelu odnosi się do działań związanych z ochroną łańcucha dostaw przed możliwymi zagrożeniami, natomiast część druga oparta jest na koncepcji organizacji odpornej na zagrożenia. Model ten może być wykorzystany do realizacji systemu eksperckiego, wspomagającego decyzje menedżerskie w sytuacjach nietypowych i trudnych do przewidzenia zagrożeń.

Modelling concept of logistic processes continuity

Abstract

The paper presents a model of logistic processes continuity maintenance, which is based on the experience obtained in the area of Security Engineering and Resilience Engineering. The first part of this model is related to security activities associated with supply chain exposure to the potential risk sources, such as threats and hazards. The second part of the model draws on the idea of resilient organization. This model can be used for building an expert system for decision making in untypical and unpredictable risky situations.

LITERATURA

1. Anderson R., *Security engineering. A guide to build dependable distributed systems*, Wiley, 2008.
2. Bukowski L., *Towards Total Logistic Management – Lean Supply Chain Management*, referat na XIII Konferencji Logistyki Stosowanej „Total Logistic Management", Komitet Transportu PAN, Zakopane 2009.
3. Bukowski L., *Concept of supply chain resilience – how secure is secure enough?*, Proceedings of the 14th Conference of Total Logistic Management, Zakopane, 2010.
4. Bukowski L., Feliks J., *Application of Fuzzy Sets in Evaluation of Failure Likelihood*, Proceedings of the 18th International Conference on Systems Engineering – Las Vegas 2005, IEEE CS, pp. 170–176.
5. Bukowski L., Feliks J., *Dependability based concept of supply chain resilience*, 26th Mini EURO Conference: Intelligent Decision Making in Transportation / Logistics – New Trends and Directions, Poznan 2011.
6. Bukowski L., Feliks J., *Assessment of a supply chain disruption risk with the modified FMEA method*, Proceedings of 16th International Conference on Total Logistic Management, Zakopane 2012.
7. *Business Continuity Management: Good Practice Guidelines*, Business Continuity Institute, 2002.
8. Chowdhury M. et al., *Supply chain resilience to mitigate disruptions: a QFD approach*, http://aisel.aisnet.org/pacis2012.
9. Christopher, M., Lee, H., *Mitigating supply chain risk through improved confidence*, International Journal of Physical Distribution and Logistics Management, 34 (2004), pp. 388–396.
10. Pfohl H.-Ch., *Doskonałość łańcucha dostaw w czasach światowego kryzysu gospodarczego*, [w:] *Logistyka wobec nowych wyzwań*, materiały konferencyjne Polskiego Kongresu Logistycznego „Logistics 2010", ILiM, Poznań 2010, ss. 35–45.
11. Sheffi Y., Rice Jr J.B., *A Supply Chain View of the Resilient Enterprise*. MIT Sloan Management Rev., 47 (2005), pp. 41–48.
12. Waters D., *Supply chain risk management: vulnerability and resilience in logistics*, Kogan Page Limited, London & Philadelphia, 2007.
13. Zawiła-Niedźwiedzki J., Gołąb P., *Zapewnienie ciągłości działania jako ograniczenie ryzyka operacyjnego*, [w:] *Zarządzanie ryzykiem działalności organizacji*, C.H. Beck, Warszawa 2010, ss. 187–218.