Ewa Dębicka
Instytut Transportu Samochodowego
Andrzej Świderski
Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Mechaniczny, Instytut Logistyki

Modelowanie neuronowe w zastosowaniu do oceny zarządzania bezpieczeństwem informacji w logistyce

Application of the neural modelling in the assessment of information security management in logistics

Właściwe zarządzanie bezpieczeństwem informacji jest istotnym zagadnieniem wpływającym na jakość realizacji usług logistycznych. W artykule przedstawiono wybrane zagadnienia modelowania matematycznego dokonywania eksperckiej jego oceny. Przedstawiona metoda oceny oparta jest na wykorzystaniu sztucznych sieci neuronowych.

Słowa kluczowe:
zarządzanie bezpieczeństwem informacji, modelowanie neuronowe, usługi logistyczne.

Proper management of the information security is an important issue affecting the quality of logistical services delivery. The article presents selected aspects of mathematical modelling of conducting its expert evaluation. The presented method of assessment is based on the use of artificial neural networks.

Key words:
information security management, neural modelling, logistics services.

Wstęp

XXI wiek to dominacja informacji, która zaczęła być traktowana jako wiodący atrybut gospodarki. Informacja stała się towarem i zaczęła podlegać tym wszystkim prawom i wymaganiom, co inne towary i usługi. Zdobycie i utrzymanie przewagi konkurencyjnej zaczęło zależeć przede wszystkim od szybkiego dostępu do wiarygodnej informacji, co ze względu na specyfikę wykonywanych działań jest szczególnie istotne dla przedsiębiorstw logistycznych. Zależność ta przyczyniła się do tego, że zaczęły one wdrażać narzędzia niezbędne do pozyskiwania, analizowania i zabezpieczenia informacji, co znalazło swoje odzwierciedlenie w dynamicznym rozwoju systemów teleinformatycznych wspomagających zarządzanie informacją. W ten sposób wyszczególniono kolejny proces logistyczny — zarządzanie systemem informatycznym, którego celem jest zbieranie, przechowywanie i sortowanie informacji, analiza danych oraz ich kontrola (Szołtysek, Lis, 2014). Uwzględniając fakt, że termin „informacja" jest używany w różnych znaczeniach, konieczne jest doprecyzowanie w tym zakresie. Informacja to uporządkowane dane, które zostały zinterpretowane, są zrozumiałe i niezbędne do prawidłowego zarządzania i funkcjonowania podmiotu, który realizuje konkretne cele gospodarcze (Sienkiewicz, 2004). Im więcej wiarygodnej informacji, tym bardziej wzrastają szanse na podjęcie optymalnej decyzji, co ma szczególne znaczenie przy wykonywaniu usług logistycznych. Reasumując, informacja jest aktywem każdego przedsiębiorstwa. W przedsiębiorstwach logistycznych jest ona szczególnie ważna, ponieważ występuje w każdym procesie logistycznym, jak np. (Mindura, 2008):

- transport,
- magazynowanie,
- zarządzanie i kontrola zapasów,
- systemy informacji (opracowywanie zamówień),
- konsolidacja ładunków transportowych i dystrybucja,
- zarządzanie działalnością przewozową,
- doradztwo,

i bezpośrednio wpływa na zaoferowanie klientowi odpowiedniego poziomu obsługi po rozsądnych kosztach. O niekwestionowanym znaczeniu informacji w logistyce świadczy także fakt, że słowo „logistyka" w odniesieniu do gospodarowania jest używane w znaczeniu przepływu rzeczy i informacji (Ciesielski, 2003). W świetle powyższego należy odpowiednio zarządzać informacją w procesach logistycznych,

tak aby zapewnić jej bezpieczeństwo na właściwym poziomie.

W celu zapewnienia bezpieczeństwa informacji należy zarządzać nią zgodnie z określonymi wymaganiami. W przedsiębiorstwach logistycznych można wymienić trzy podstawowe źródła wymagań dotyczących zarządzania bezpieczeństwem informacji (Dębicka, 2010). Pierwszym źródłem są przepisy prawne, statutowe, regulacje wewnętrzne, zobowiązania kontraktowe w relacjach ze zleceniodawcami, wykonawcami oraz dostawcami. Drugim źródłem są wymagania dokumentów normatywnych dotyczące postępowania z informacjami, które przedsiębiorstwo wdrożyło dla wsparcia swojej działalności. Ostatnim źródłem wymagań zarządzania bezpieczeństwem informacji są publikowane zbiory zaleceń specjalistów tzw. *best practices.*

W aspekcie realizacji procesów usług logistycznych, które finalnie mają zapewnić zadowolenie klienta, istotny jest stopień zapewnienia bezpieczeństwa przetwarzanych informacji, który należy ocenić.

Sformułowano zatem następujące problemy badawcze: W jaki sposób należy oceniać zarządzanie bezpieczeństwem informacji w logistyce? oraz Czy do oceny zarządzania bezpieczeństwem informacji w logistyce można wykorzystać metodę sztucznych sieci neuronowych?

W rozwiązaniu tak sformułowanych problemów badawczych wykorzystane zostały następujące metody badawcze:

- teoretyczne, takie jak analiza i synteza systemowa, teoria modelowania, indukcja i dedukcja, sztuczne sieci neuronowe,
- empiryczne, między innymi obserwacji i zbierania danych.

Istota zarządzania i bezpieczeństwa informacji w logistyce

Istotą zarządzania bezpieczeństwem informacji w logistyce jest przede wszystkim postępowanie wg następujących zasad:

1) spełnienie wymagań dotyczących bezpieczeństwa informacji określonych przez klienta,
2) podejmowanie decyzji na podstawie wyników szacowania ryzyka w zapewnieniu bezpieczeństwa informacji,
3) podejście procesowe,
4) zapewnienie poufności, dostępności i integralności informacji przetwarzanych przy realizacji usługi logistycznej.

Pierwsza zasada gwarantuje, że klienci mogą określić wymagania w zakresie udostępnienia i zachowania w poufności informacji dotyczących realizacji konkretnych usług logistycznych, w tym przede wszystkim zabezpieczenia:

- baz danych kontrahentów,
- informacji dotyczących przedmiotu usługi, czasu i miejsca jej realizacji, wielkości i co najważniejsze — informacji o cenach.

Zasada podejmowania decyzji na podstawie wyników otrzymanych z szacowania ryzyka jest jedną z najważniejszych zasad zarządzania bezpieczeństwem informacji w przedsiębiorstwie logistycznym. Wyniki otrzymane z szacowania ryzyka stanowią niezbędne dane wejściowe, na podstawie których odbywa się podejmowanie wszelkich decyzji nie tylko związanych z bezpieczeństwem informacji (Świderski, 2011). Skuteczne zarządzanie bezpieczeństwem informacji możliwe jest więc po uprzednim przeprowadzeniu procesu szacowania ryzyka. Szacowanie ryzyka określa (Dębicka, 2012):

- aktywa informacyjne,
- zagrożenia dla tych aktywów,
- podatności i skutki utraty poufności, dostępności i integralności,
- możliwe szkody dla przedsiębiorstw logistycznych powstałe w wyniku naruszenia bezpieczeństwa informacji,
- warianty postępowania z ryzykiem,
- wybór stosowanych zabezpieczeń.

Trzecią zasadą zarządzania bezpieczeństwem informacji w przedsiębiorstwach logistycznych jest zasada podejścia procesowego. Podejście procesowe w zarządzaniu bezpieczeństwem informacji w przedsiębiorstwie realizującym usługi logistyczne polega na:

- identyfikacji wszelkich procesów, które są realizowane,
- określeniu właściciela każdego procesu (Węgrzyn, 2012),
- określeniu kompetencji pracowników uczestniczących w procesie,
- ocenie ryzyka związanego z bezpieczeństwem informacji,
- określeniu środków zapewniających bezpieczeństwo informacji związanych z realizowanym procesem,
- opracowaniu procedur dotyczących zapewnienia bezpieczeństwa informacji w realizowanym procesie usługi logistycznej,
- udostępnieniu materiałów, urządzeń i środków niezbędnych do zapewnienia bezpieczeństwa informacji w realizowanym procesie,
- określeniu celu dotyczącego bezpieczeństwa informacji procesu,
- określeniu kryteriów oceny skuteczności procesu,
- określeniu metod i kryteriów oceny i monitorowaniu bezpieczeństwa informacji.

Ostatnia zasada zarządzania bezpieczeństwem informacji to zasada zapewnienia dostępności, poufności i integralności. Dotyczy ona trzech podstawowych atrybutów informacji. Dostępność informacji znaczy, że jest ona dostępna wyłącznie dla upoważnionego podmiotu, czyli ma do niej wgląd upoważniona osoba zawsze, gdy jest to konieczne. Pracownikom

przedsiębiorstwa logistycznego należy zagwarantować dostęp do informacji w stopniu umożliwiającym wykonywanie powierzonych obowiązków służbowych, a stronom trzecim jedynie w zakresie uregulowanym w umowach. Poufność informacji to zapewnienie, że nie może ona być udostępniana nieupoważnionym osobom, podmiotom lub procesom. Pracownicy przedsiębiorstw logistycznych zobowiązani są do zachowania poufności określonych informacji z tytułu nawiązanego stosunku pracy. Wymagania odnośnie do zachowania poufności informacji przekazanych klientom oraz dostawcom towarów i usług powinny, tak jak w przypadku dostępności, znaleźć uregulowanie w stosownych umowach. Integralność informacji to właściwość polegająca na zapewnieniu dokładności i kompletności aktywów na każdym etapie ich przetwarzania. Oznacza to, że informacja pochodzi z wiarygodnego źródła oraz że nie wprowadzono do niej żadnych niepożądanych zmian (Pławiak, 2010). Do naruszenia integralności może dojść w sposób celowy (świadome działanie) lub przypadkowy (nierozmyślne działanie).

Naruszenie zasady integralności informacji może doprowadzić w końcowym etapie do realizacji usługi logistycznej niezgodnej z wymaganiami klienta.

Omówione w sposób syntetyczny zasady stanowią istotę zarządzania bezpieczeństwem informacji w przedsiębiorstwach logistycznych. Postępowanie wg tych zasad powinno być źródłem przewagi konkurencyjnej przedsiębiorstw logistycznych poprzez zapewnienie silnej relacji z klientami opartej na zaufaniu, szybkości reagowania, rozwiązywaniu problemów, co w efekcie przekłada się na konkretne korzyści ekonomiczne (Christopher, Peck, 2005).

Modelowanie oceny zarządzania bezpieczeństwem informacji w logistyce

Modelowanie to doświadczalna lub matematyczna metoda badania złożonych układów, zjawisk i procesów na podstawie tworzenia modeli. W nauce model jest rozumiany jako symboliczna reprezentacja badanego zjawiska, która ma charakter podobizny, to znaczy niektóre cechy modelu odwzorowują czy naśladują określone cechy oryginału (Grobler, 2006). Podstawę do badań oceny zarządzania bezpieczeństwem informacji w logistyce stanowi model tego systemu. Model definiuje niezbędne procesy wpływające na zapewnienie bezpieczeństwa informacji w logistyce, identyfikuje relacje zachodzące między procesami, a także odczytuje wymagania związane z bezpieczeństwem informacji. Istotą oceny zarządzania bezpieczeństwem informacji w logistyce jest bowiem określenie poziomu spełnienia wymagań bezpieczeństwa informacji w odniesieniu do zdefiniowanych celów, stanowiących kryteria oceny poszczególnych procesów. Ocena spełnienia wymagań dla poszczególnych procesów powinna być dokonywana przez ekspertów. Natomiast ocena zarządzania bezpieczeństwem informacji w logistyce, jako zagadnienie złożone i interdyscyplinarne, może być dokonywana przy użyciu sztucznych sieci neuronowych. Podstawowymi atutami sztucznych sieci neuronowych jest to, że:

- uczą się na podanych przez użytkownika przykładach, precyzyjnie odwzorowując przebieg określonego, poddanego badaniu, procesu (Nałęcz, 2000);
- potrafią uogólniać wiedzę zdobytą w toku uczenia, a następnie wykorzystać tę zdolność do rozwiązywania nowych problemów na podstawie rozwiązań problemów już znanych sieci (Mańdziuk, 2000);
- stanowią dogodną propozycję wieloprocesorowego systemu o wielu elementach przetwarzających równolegle dostarczane informacje (Tadeusiewicz, 1998);
- odwzorowują zależności nieliniowe pojawiające się w złożonych i wieloaspektowych zagadnieniach oraz umożliwiają kontrolę nad nimi;
- są proste w stosowaniu, należy jedynie mieć wiedzę niezbędną do przygotowania danych przeznaczonych do uczenia sieci, dokonywania wyboru odpowiedniego modelu sieci oraz interpretacji wyników;
- mają stosunkowo dużą prędkość działania (przetwarzania informacji).

Modelem systemu zarządzania bezpieczeństwem informacji będzie zbiór elementów przyjętych jako istotne do zapewnienia bezpieczeństwa informacji w przedsiębiorstwach logistycznych oraz relacje, jakie między tymi elementami zachodzą. Wybór tych elementów oraz określenie relacji ich działania będzie zaś rozumiany jako modelowanie systemu.

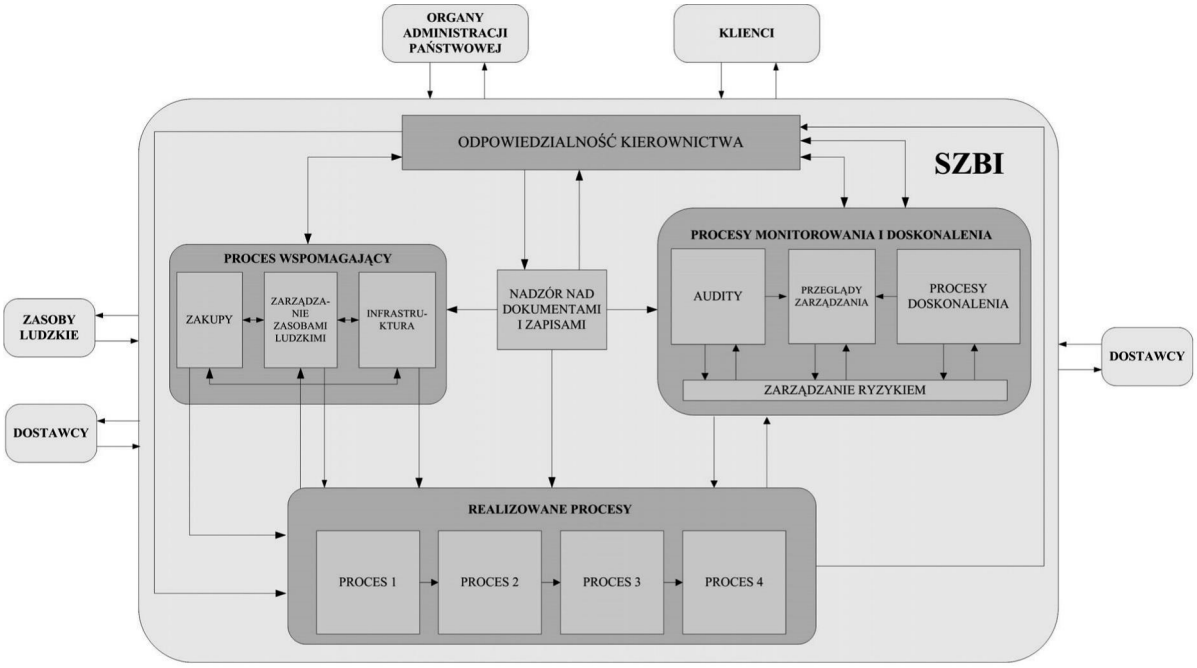
W procesie opisu systemu zarządzania bezpieczeństwem informacji można wykorzystać kilka rodzajów modeli:

- lingwistyczny, wyrażony opisem słownym,
- graficzny, wyrażony schematami, wykresami,
- matematyczny, wyrażony zapisami matematycznymi funkcji systemu, określonymi poprzez zbiór symboli i relacji matematycznych oraz bezwzględnie ścisłych zasad operowania nimi.

Przeprowadzone badania wykazały, że w modelu systemu zarządzania bezpieczeństwem informacji (SZBI) należy zidentyfikować (rys. 1):

- otoczenie, które generuje określone wejścia i wyjścia,
- procesy, które mają zastosowanie w systemie zarządzania bezpieczeństwem informacji,
- relacje i sekwencje zachodzące między procesami,
- wymagania zapewnienia bezpieczeństwa informacji dla zdefiniowanych procesów.

Rysunek 1
Model systemu SZBI w przedsiębiorstwie logistycznym



Źródło: opracowanie własne.

Modelowanie neuronowe oceny zarządzania bezpieczeństwem informacji w logistyce

Sztuczna sieć neuronowa (SSN) to nic innego, jak algorytm postępowania wzorowany na działaniu sieci biologicznych komórek nerwowych. W sieci sygnał przepływa jednokierunkowo, od wejścia do wyjścia, lub też możliwy jest fragmentaryczny powrót sygnału do poprzedzających neuronów. Zależność pomiędzy wejściami i wyjściami jest modyfikowana dla każdego elementu z osobna w procesie tzw. uczenia sieci. Nauczona sieć przetwarza informacje poprzez jej obróbkę na złączach między elementami, syntetyzowanie w poszczególnych elementach oraz przesyłanie sygnałów pomiędzy elementami. Zależność pomiędzy sygnałem wejściowym a wyjściowym całej sieci jest następnie interpretowana jako rozwiązanie jakiegoś problemu.

Do zbudowania modelu neuronowego oceny systemu zarządzania bezpieczeństwem informacji w logistyce oraz do gromadzenia danych niezbędnych eksperci wykorzystywali wymagania dla procesu zarządzania bezpieczeństwem informacji. Modelowanie przeprowadzono, wykorzystując model przedstawiony na rysunku 1.

W tabeli 1 przedstawiono przykładowe dane do zbudowania SSN. Zostały one zebrane przez ekspertów Zakładu Systemów Jakości i Zarządzania WME WAT w procesach certyfikacji podczas kilkunastu lat działalności. Dane te zostały odpowiednio sparametryzowane zgodnie z przyjętymi kryteriami.

Do uczenia sieci neuronowej wykorzystano program komputerowy STATISTICA ver. 7.1. Program STATISTICA wraz z aplikacją Automatyczne Sieci Neuronowe wykorzystuje kilka metod uczenia, m.in. wsteczną propagację błędu. Podczas modelowania i określania struktury SSN przyjmowano różne wartości: współczynnika uczenia, liczby warstw ukrytych i liczby neuronów w tych warstwach. Liczne przykłady wykorzystania SSN wykazują, że wystarczające są sieci jednokierunkowe, wielowarstwowe.

Korzystając z możliwości programu komputerowego, wybrano i zapisano dziesięć najlepszych modeli SSN (tab. 2).

Parametrami, które mówią o jakości sieci, są błędy predykcji dla grupy przypadków uczących, walidacyjnych i testowych, a więc błąd uczenia, walidacyjny oraz testowy. Generalnie, im mniejsze są błędy, tym lepsza jest sieć. W dobrze dopasowanych sieciach z reguły błąd uczenia będzie mniejszy niż pozostałe dwie kategorie błędów. Istotne jest, aby błędy walidacyjne i testowe nie były znacznie większe od błędów uczących, ponieważ taki objaw wskazuje na słabą zdolność sieci do generalizowania. Najlepszym zatem modelem SSN jest model nr 10 — ma najniższy błąd uczenia, walidacyjny i testowy. To model sieci typu MLP 13: 13-10-1: 1, w którym: warstwa wejściowa zbudowana jest z 13 neuronów, warstwa ukryta z 10

Tabela 1
Przykładowe dane do zbudowania SSN

Lp.	Uzyskane wartości wskaźników stopnia zapewnienia bezpieczeństwa informacji dla badanych procesów logistycznych												
	Odpowiedzialność kierownika	Zakupy	Zasoby ludzkie	Infrastruktura	Planowanie prac naukowo-badawczych	Realizacja prac naukowo-badawczych	Przekazywanie wyników prac naukowo-badawczych	Archiwizacja wyników prac naukowo-badawczych	Audyty	Przeglądy zarządzania	Działania korygujące i zapobiegawcze	Zarządzanie ryzykiem	Nadzór nad dokumentami i zapisami
1	0,66	0,63	0,76	0,90	0,57	0,8	0,62	0,57	0,69	0,69	0,61	0,53	0,61
2	0,73	0,54	0,76	1,00	0,64	0,9	0,75	0,64	0,84	0,76	0,61	0,69	0,53
3	0,86	0,72	0,84	1,00	0,64	1,0	0,87	0,50	0,84	0,76	0,76	0,84	0,61
4	0,86	0,63	0,92	0,81	0,71	0,9	0,81	0,64	0,92	0,61	0,69	0,76	0,61
5	0,80	0,72	0,92	1,00	0,71	0,9	0,87	0,57	1,00	0,84	0,84	0,84	0,69
6	0,93	0,81	1,00	0,90	0,78	1,0	0,93	0,64	0,92	0,84	0,84	0,92	0,69

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 2
Przykładowe wyniki modelowania

Lp.	Raport podsumowania modelu						
	Typ SSN	Błąd uczenia	Błąd walidacji	Błąd testowania	Liczba wejść	Warstwa ukryta(1)	Warstwa ukryta(2)
1	MLP 1:1-7-1:1	0,158763	0,161086	0,162735	1	7	0
2	MLP 2:2-9-1:1	0,128339	0,129347	0,129608	2	9	0
3	MLP 2:2-10-1:1	0,124986	0,126259	0,126536	2	10	0
4	MLP 2:2-9-1:1	0,124088	0,125470	0,125558	2	9	0
5	MLP 2:2-8-1.1	0,123449	0,124931	0,125004	2	8	0
6	MLP 4:4-8-1:1	0,111779	0,114580	0,115960	4	8	0
7	MLP 3:3-8-1:1	0,108197	0,110730	0,106820	3	8	0
8	MLP 8:8-10-1:1	0,088506	0,094264	0,094179	8	10	0
9	MLP 13:13-9-1:1	0,093360	0,094102	0,092628	13	9	0
10	**MLP 13:13-10-1:1**	**0,038480**	**0,041537**	**0,038438**	**13**	**10**	**0**

Źródło: opracowanie własne na podstawie programu STATISTICA ver. 7.1.

neuronów, a warstwa wyjściowa z 1 neuronu. Został on zatem wykorzystany w fazie systemowej oceny systemu/modelu zarządzania bezpieczeństwem informacji.

Wnioski

Informacja jest ważnym aktywem każdego przedsiębiorstwa logistycznego, gdyż od szybkiej i wiarygodnej informacji zależy zadowolenie klienta. Z uwagi na liczne wymagania tak biznesowe, prawne, jak i ogólnie przyjęte standardy informacja powinna być w odpowiedni sposób zarządzana i zabezpieczona przed zagrożeniami mogącymi spowodować utratę poufności, integralności i dostępności. Istotnym problemem badawczym jest określenie sposobu oceny zarządzania bezpieczeństwem informacji w logistyce. Istota tej oceny polega na porównaniu osiągniętego stanu zapewnienia bezpieczeństwa informacji w przedsiębiorstwie logistycznym z określonymi kryteriami bezpieczeństwa informacji.

Z uwagi na złożoną istotę problemu ocena zarządzania bezpieczeństwem informacji w logistyce powinna być prowadzona w dwóch etapach. Pierwszy etap powinien obejmować ocenę skuteczności poszczególnych procesów na podstawie przyjętego modelu, drugi zaś kompleksową ocenę zarządzania. Ze względu na wielowymiarowość i nieliniowość

oraz synergiczny efekt wyników oceny poszczególnych procesów za najbardziej przydatną do oceny należy uznać metodę sztucznych sieci neuronowych.

Przeprowadzone badania oraz uzyskane wyniki potwierdziły możliwość zastosowania sztucznych sieci neuronowych do oceny systemu zarządzania bezpieczeństwem informacji w logistyce.

Literatura

Christopher, M., Peck, H. (2005). *Logistyka marketingowa* (27–28). Warszawa: Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne.

Ciesielski, M. (2003). *Logistyka we współczesnym zarządzaniu* (9). Poznań: Akademia Ekonomiczna.

Dębicka, E. (2010). Wymagania determinujące potrzebę zapewnienia bezpieczeństwa informacji w instytutach badawczych. *Transport Samochodowy*, (3), 61–71.

Dębicka, E. (2012). Zarządzanie ryzykiem jako warunek konieczny zapewnienia bezpieczeństwa informacji w instytutach badawczych. *Logistyka*, (3).

Grobler, A. (2006). *Metodologia nauk* (175–176). Kraków: Wydawnictwo Eureus — Wydawnictwo Znak.

Mańdziuk, J. (2000). *Sieci neuronowe typu Hopfielda. Teoria i przykłady zastosowań* (20). Warszawa: Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT.

Mindura, M. (2008). *Logistyka. Infrastruktura techniczna na świecie. Zarys teorii i praktyki* (51). Warszawa–Radom: ITE — PIB.

Nałęcz, M. (2000). *Biocybernetyka i inżynieria biomedyczna 2000. Sieci neuronowe* (tom 6), Warszawa.

Pławiak, R. (2010). Wpływ bezpieczeństwa informacji na jakość produktu (619–626). W: G. Sawicki, A. Świderski, *Jakość — problemy i rozwiązania* (cz. 3), Warszawa: ZSJZ oraz ITWL.

Sienkiewicz, P. (2004). *Społeczeństwo informacyjne jako system cybernetyczny* (23). Warszawa: Uczelniane Wydawnictwo Naukowo-Dydaktyczne.

Szołtysek, J., Lis, D. (2014). O potrzebie wsparcia logistycznego w funkcjonowaniu WOPR (cz. 2). *Logistyka*, (1), 32–37.

Świderski, A. (2011). *Modelowanie oceny jakości usług transportowych*. Warszawa: Politechnika Warszawska — Prace Naukowe — Transport, 81, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej.

Tadeusiewicz, R. (1998). *Elementarne wprowadzenie do techniki sieci neuronowych z przykładowymi programami* (6–18). Warszawa: Akademicka Oficyna Wydawnicza PLJ.

Węgrzyn, B. (2012). Uwarunkowania podejścia procesowego w przedsiębiorstwie. *Problemy Jakości*, (2), 28–31.