

Krystyna SKOCZYLAS¹

MOŻLIWOŚCI WSPOMAGANIA DECYZJI W PROCESIE ZARZĄDZANIA ZAOPATRZENIEM

Artykuł porusza problematykę zarządzania obszarem zaopatrzenia, które umożliwi utrzymywanie optymalnych zapasów. Zapasy zapewniają ciągłość produkcji oraz sprzedaży, ale również angażują i zamrażają kapitał finansowy, generują koszty związane z ich utrzymaniem, czy starzeniem się, stąd szczególnie istotne jest dla każdego przedsiębiorstwa, określenie optymalnej wielkości i czasu ich zakupu. W artykule zaproponowano synchronizację sprzedaży (bądź zużycia) z zaopatrzeniem w oparciu o dobrze opracowaną prognozę. Jako metodę prognostyczną zaproponowano wykorzystanie sztucznych sieci neuronowych. W artykule wskazano dziedziny i obszary problemowe, w których z powodzeniem wykorzystuje się sztuczne sieci neuronowe. Zalicza się do nich między innymi predykcję. Jak wskazuje literatura przedmiotu sztuczne sieci neuronowe mogą być z powodzeniem wykorzystywane jako narzędzie obliczeniowe w przypadku trudnych zadań, do których zalicza się niewątpliwie prognozę popytu. Ponadto w artykule przedstawiono ogólne informacje na temat sposobu opracowania, a w szczególności procesu uczenia sztucznych sieci neuronowych. W sposób bardziej dokładny omówiono sieci MLP, które posiadają duże możliwości prognostyczne. Następnie opracowano prognozę popytu z wykorzystaniem właśnie sztucznych sieci neuronowych typu MLP dla przykładowej pozycji zapasu w wybranym przedsiębiorstwie. Budowę prognozy oparto na szeregu czasowym reprezentującym historyczne zapotrzebowanie na wybraną pozycję zapasu. Wartości statystyk oceniających trafność prognozy uznano za zadowalające, w związku z czym wysunięto wniosek o dużej przydatności sztucznych sieci neuronowych w opracowywaniu prognoz popytu w praktyce.

Słowa kluczowe: zaopatrzenie, prognoza, sztuczne sieci neuronowe, MLP.

1. WPROWADZENIE

W każdym przedsiębiorstwie bardzo istotne jest prowadzenie prawidłowej polityki zaopatrzenia, która umożliwi utrzymywanie optymalnych zapasów. W każdym przedsiębiorstwie magazynowe zapasy odgrywają istotną rolę. W przedsiębiorstwach produkcyjnych zapewniają ciągłość produkcji, natomiast handlowych – sprzedaży. Równocześnie jednak angażują znaczące zasoby środków finansowych. Ważne jest więc, by wielkość zapasów magazynowych nie przekraczała pewnej granicy, aby w ten sposób nie zamrażać nadmiernej kwoty środków pieniężnych lub nie przekraczać możliwości ich zmagazynowania, co może z kolei prowadzić do konieczności powiększenia powierzchni magazynowej na przykład poprzez wynajem. Z kolei jednak za mały zapas nie zapewni ciągłości produkcji czy sprzedaży. Jedna i druga sytuacja jest niekorzystna dla przedsiębiorstwa, gdyż generuje niepotrzebne koszty, których można uniknąć poprzez

¹ Dr Krystyna Skoczylas, Zakład Finansów i Bankowości, Politechnika Rzeszowska, al. Powstańców Warszawy 10, 35-959 Rzeszów, tel. (017) 865 19 12, e-mail: kszyb@prz.edu.pl

właściwe zarządzanie. Optimum stanu zapasów można osiągnąć poprzez określenie optymalnej wielkości zamawianej dostawy oraz terminu złożenia zamówienia. Dlatego działania w kierunku odpowiedniej polityki i zarządzania w obszarze zaopatrzenia są szczególnie ważne, również ze względu na obecnie trudną sytuację na rynku.

Proces zaopatrzenia w każdym przedsiębiorstwie obejmuje określone, konieczne do wykonania zadania, które opierają się na podjętych przez kierownictwo decyzjach zarządczych². Decyzje z kolei, aby były trafne, wymagają informacji. Rola informacji w procesach decyzyjnych często jest rozumiana nie tylko jako potrzeba poznania, ale także rozumienia otoczenia. Informacja nie może być wykorzystywana tylko do mierzenia i kontrolowania zachodzących zjawisk, ale również do poznania przyszłości oraz trendów zmian. Informacja powinna przyczyniać się do wprowadzania w przedsiębiorstwie nowych sposobów działania, czyli do zamiany informacji w wiedzę³.

W związku z tym niniejsze opracowanie wskazuje na potrzebę wzmocnienia zarządzania w obszarze zaopatrzenia zarówno w przedsiębiorstwach produkcyjnych, jak i handlowych. Wymaga to sprecyzowania dla podsystemu zaopatrzenia rozwiązań w zakresie planowania, kontroli, koordynacji w celu pozyskania potrzebnych informacji. Dzięki podejmowaniu czynności planistycznych, organizacyjnych i kontrolnych możliwa będzie optymalizacja i usprawnienie zaopatrzenia i równoczesne zachowanie minimalnych kosztów oraz wysokiego poziomu obsługi klienta⁴. Przedsiębiorstwo, podejmując działania planistyczne, w pierwszej kolejności opracowuje plan sprzedaży, a jego pierwszym krokiem jest przygotowanie jej prognozy. Właściwie opracowana prognoza sprzedaży jest bardzo istotna w zarządzaniu zarówno operacyjnym, jak i strategicznym przedsiębiorstwa. Daje możliwość przede wszystkim określenia poziomu przychodów, a także unikania niepotrzebnych kosztów w obszarze magazynowania.

2. SZTUCZNE SIECI NEURONOWE JAKO NARZĘDZIE WSPOMAGAJĄCE ZARZĄDZANIE

Najpewniejszym źródłem informacji dotyczącym ilości, rodzaju oraz terminu zakupu poszczególnych materiałów czy towarów jest prognoza dotycząca wielkości ich zużycia lub sprzedaży⁵. Dobrze opracowana prognoza popytu na najbliższy okres daje możliwość wyznaczenia optymalnego poziomu zapasów oraz dokonywania zakupów we właściwym momencie i ilości⁶. Opracowanie trafnej prognozy popytu jest bardzo trudnym zadaniem, dlatego też istotne jest wybranie właściwej metody prognostycznej. Skutecznym narzędziem obliczeniowym w przypadku trudnych zadań, jakim jest z pewnością

² W. Szczepankiewicz, *Organizacja źródeł zaopatrzenia i rola handlu detalicznego w kanałach rynku*, [w:] *Handel detaliczny. Funkcjonowanie i kierunki rozwoju*, red. J. Szumilak, Oficyna Ekonomiczna, Kraków 2004, s. 160.

³ M. Dudek, Z. Mazur, W. Waszkiewicz, *Zarządzanie informacją w procesach wytwarzania*, [w:] *Informacja w zarządzaniu procesem zmian*, red. naukowa R. Borowiecki, M. Kwieciński, Materiały konferencyjne, Zakamycze 2003, s. 71 i n.

⁴ P. Blaik, *Logistyka. Koncepcja zintegrowanego zarządzania*, PWE, Warszawa 2001, s. 18.

⁵ R. Cox, P. Brittain, *Zarządzanie sprzedażą detaliczną*, PWE, Warszawa 2000, s. 172.

⁶ J. Witkowski, *Zarządzanie łańcuchem dostaw: koncepcje, procedury, doświadczenia*, PWE, Warszawa 2003, s. 48.

prognoza popytu, są sztuczne sieci neuronowe⁷. Są one z powodzeniem wykorzystywane w wielu dziedzinach życia. Zastosowanie sieci neuronowych jest bardzo różnorodne ze względu na ich nieliniowy charakter⁸. Sieci radzą sobie świetnie z następującymi problemami:

- a. predykcją – są wykorzystywane do przewidywania wielkości przyszłych na podstawie danych wejściowych, na przykład ekonomicznego rozwoju przedsiębiorstw, zdolności kredytowej, kursów walut i zmian na rynku,
- b. klasyfikacją i rozpoznawaniem podmiotów gospodarczych ze względu na kondycję ekonomiczną, przykładem może tu być sieć pozwalająca na podstawie danych bilansowych stwierdzić, czy dane przedsiębiorstwo należy do zyskujących gospodarczo, przeżywa stagnację, czy też grozi mu regres,
- c. kojarzeniem danych, zwłaszcza w sytuacji nadmiaru informacji,
- d. analizą danych, co ma na celu znalezienie związków pomiędzy danymi, głównie związków przyczynowo-skutkowych. Sieci dzięki realizacji tego zadania dają nowe możliwości w zakresie prowadzenia analiz ekonomicznych,
 - filtracją sygnałów, a głównie usuwania zakłóceń z danych gospodarczych o charakterze losowym,
 - optymalizacji – sieci neuronowe (zwłaszcza sieć Hopfielda) dobrze nadają się do optymalizacji decyzji gospodarczych.

Sztuczne sieci neuronowe charakteryzują się strukturą warstwową⁹. Wyjścia jednych neuronów łączą się z wejściami innych i w ten sposób następuje równoległe przetwarzanie różnych informacji. Dzięki temu sieć sama wybiera z wszystkich dostępnych jej połączeń, te, które są potrzebne, natomiast pozostałe odrzuca za pomocą zerowania. Pierwsza warstwa nazywana jest warstwą wejściową, ostatnia wyjściową, a wszystkie pomiędzy nimi to warstwy ukryte. O zdolności sieci do rozwiązywania postawionych jej zadań decyduje przede wszystkim proces uczenia, ale również optymalna struktura. Sieci bowiem całą swą wiedzę zdobywają w trakcie uczenia. Cykl działania sieci obejmuje dwa etapy: uczenia oraz normalnego działania, zwanego egzaminem. Metody uczenia sieci neuronowych są następujące:

- uczenie z nauczycielem – polega na pokazaniu sieci, jaka jest poprawna odpowiedź na konkretny sygnał wejściowy. Sieć otrzymuje zawsze dwie wartości: przykładowy sygnał wejściowy i oczekiwane rozwiązanie, które ma się pojawić na wyjściu. Takie przykładowe dane wykorzystane w procesie uczenia noszą nazwę ciągu uczącego,
- uczenie bez nauczyciela, czyli samouczenie, polega na podawaniu tylko danych wejściowych bez pożądaných odpowiedzi na wyjściu. Sieć sama buduje algorytm działania, obserwując jedynie sygnały wejściowe. Na podstawie tych obserwacji wykrywa rodzaj zależności występujący pomiędzy sygnałami. Należy zaznaczyć, że proces samouczenia zachodzi tylko wtedy, gdy w wejściowym ciągu danych uczących istnieje pewna prawidłowość. Zatem jeśli dane wejściowe są w pełni losowe, czyli nie wnoszą żadnych informacji, proces samouczenia nie przyniesie pozytywnych wyników.

⁷ R. Tadeusiewicz, *Elementarne wprowadzenie do techniki sieci neuronowych z przykładowymi programami*, Akademicka Oficyna Wydawnicza PLJ, Warszawa 1998, s. 5

⁸ *Wprowadzenie do sieci neuronowych*, opracowanie dla Statsoft: R. Tadeusiewicz, P. Lula, Statsoft, Kraków 2001, s. 3.

⁹ D. Witkowska, *Sztuczne sieci neuronowe i metody statystyczne. Wybrane zagadnienia finansowe*, C.H. BECK, Warszawa 2002, s. 8 i n.

Zasadniczą rolę w procesie uczenia odgrywają wagi przypisane do każdego wejścia¹⁰. Muszą być one tak dobrane, aby wszystkie neurony wykonywały dokładnie te czynności, które są od nich wymagane. Proces uczenia rozpoczyna się z przypadkowo dobranymi wartościami wag, które stopniowo są korygowane. Neurony mogą same bądź z pomocą nauczyciela określić, które wagi należy zmienić. Proces zmiany wag w każdy z neuronów jest niezależny i spontaniczny, co powoduje, że przebiega on równolegle we wszystkich neuronach sieci. Dzięki tej zalecie proces uczenia przebiega bardzo szybko.

Za szerokim stosowaniem sieci neuronowych przemawiają następujące ich cechy¹¹:

- zdolność równoległego przetwarzania informacji, dzięki czemu rozwiązania są dostarczane znacznie szybciej niż w wypadku innych systemów komputerowych,
- proces uczenia i samouczenia, który nie wymaga programowania¹². Sieć neuronowa sama potrafi nauczyć się bez ingerencji projektanta sieci, co powoduje, że tworząc sieć, nie trzeba znać algorytmu, pozwalającego rozwiązać dane zadanie. Ten argument ma również bardzo duże znaczenie w sytuacji, gdy algorytm działania wymaga częstej i szybkiej modyfikacji,
- zdolność uogólniania zdobytej wiedzy w procesie uczenia. Polega to na tym, że sieć po wytrenowaniu na pewnym zbiorze danych może rozwiązywać zadania nieco inne od tych, na których się uczyła. Oznacza to, że sama opracowuje rozwiązanie zadania, z którym do tej pory się nie spotkała¹³. Ma więc właściwości adaptacyjne umożliwiające opisanie zależności zmieniających się w czasie¹⁴. Tu wyraźnie widać przewagę sieci neuronowych nad zwykłym zaprogramowanym komputerem. W momencie pojawiania się nowych danych sieć można poddać procesowi douczenia lub też może się sama douczać, obserwując uzyskiwane przez siebie wyniki i korygując ewentualne błędy,
- odporność na uszkodzenia, która przejawia się w poprawnym działaniu sieci w przypadku uszkodzenia części elementów, zerwania połączenia oraz utraty informacji¹⁵.

Duże możliwości prognostyczne mają sieci MLP (*multi-layer perceptrons*)¹⁶. W wypadku tych sieci większa liczba warstw przyczynia się do efektywniejszego działania sieci. Wraz ze wzrostem liczby warstw wzrastają możliwości przetwarzania informacji wejściowych oraz możliwości realizacji złożonych algorytmów, które wyrażają zależności pomiędzy sygnałami wejściowymi i wyjściowymi. W sieci wielowarstwowej można

¹⁰ *Ibidem*, s. 17 i n.

¹¹ R. Tadeusiewicz, *Problemy biocybernetyki*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1994, s. 139.

¹² D. Witkowska, *op. cit.*, s. 1–2.

¹³ W. Krystiańczuk, *Sieci neuronowe jako metoda prognozowania indeksów giełdowych*, Materiały konferencyjne Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 1997, s. 156–166.

¹⁴ R. Tadeusiewicz, P. Lula, *Neuronowe metody analizy szeregów czasowych i możliwości ich zastosowań w zagadnieniach biomedycznych*, [w:] *Biocybernetyka i inżynieria biomedyczna 2000*, red. M. Nałęcz, tom 6: *Sieci neuronowe*, red. tomu W. Duch, J. Korbicz, L. Rutkowski, R. Tadeusiewicz, PAN Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa 2000, s. 527.

¹⁵ P. Żukowski, H. Marjak, R. Grabowiecka, *Metodyczne podstawy stosowania sztucznych sieci neuronowych w prognozowaniu*, Materiały konferencyjne US, Szczecin 2000, s. 389.

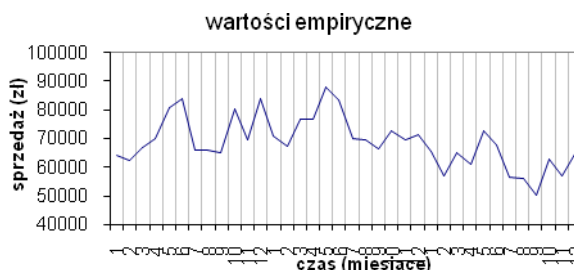
¹⁶ R. Tadeusiewicz, *Elementarne wprowadzenie do techniki sieci neuronowych z przykładowymi programami*, Akademicka Oficyna Wydawnicza PLJ, Warszawa 1998, s. 11.

wyróżnić warstwę wejściową, odbierającą sygnały z zewnątrz, warstwę lub warstwy przetwarzające sygnały, czyli warstwy ukryte, niewidoczne bezpośrednio dla użytkownika oraz warstwę wyjściową, wytwarzającą odpowiedź. Neurony łączone są ze sobą poprzez połączenia pomiędzy sąsiadującymi warstwami. Przy budowie sieci wielowarstwowej konieczne jest podjęcie decyzji dotyczącej liczby warstw ukrytych oraz liczby elementów w tych warstwach. Przy zbyt małej liczbie warstw czy elementów sieć staje się zbyt uboga, aby rozwiązać postawione jej zadanie. Zbyt duża liczba warstw ukrytych powoduje pogorszenie sprawności procesu uczenia. Najlepsze rezultaty osiąga się, stosując jedną lub dwie warstwy ukryte. Za duża liczba elementów w warstwie ukrytej powoduje uczenie się na pamięć, czyli bez uogólniania zdobytej wiedzy. Sieć w takim wypadku uczy się bardzo szybko, ale w razie podania jej informacji nieco różniących się generuje złe wyniki. Mniejsza warstwa ukryta mająca mniejszą pamięć uczy się dłużej, ale w momencie uzyskania pozytywnych wyników można oczekiwać, że poradzi sobie również z nieco odmiennymi informacjami. Uczenie sieci wielowarstwowych polega na próbie wyznaczenia minimum funkcji błęd¹⁷. Techniki wyznaczania minimum oparte są zazwyczaj na:

- gradiencie – metoda wstecznej propagacji błęd,
- hesjanie – Levenberga-Marquardta, Newtona,
- przybliżeniu odwrotności hesjanu – metoda quasi-newtonowska.

W niniejszym opracowaniu właśnie sieć typu MLP wykorzystano do przygotowania prognozy popytu na wybraną pozycję zapasu w przykładowym przedsiębiorstwie. Prognozę przygotowano na podstawie danych historycznych dotyczących poziomu popytu (rys. 1).

Rys. 1. Rzeczywisty poziom popytu na badaną pozycję zapasu



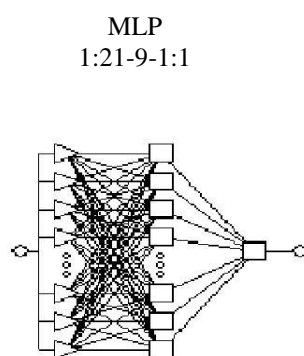
Źródło: opracowanie własne.

Prognozy oparte na analizie szeregów czasowych pozwalają uzyskać bardzo precyzyjne i trafne, a przez to wiarygodne szacunki dotyczące zachowania się badanego zjawiska w przyszłości. Zastosowanie proponowanej metody prognostycznej jest zasadne najbardziej w wypadku prognozowania krótkoterminowego. Tego typu prognozy wspierają działania w skali operacyjnej, a więc również w obszarze zaopatrzenia i magazynowania towarów.

¹⁷ P. Chrzan, G. Timofiejczuk, *Uwagi o możliwościach zastosowania sieci neuronowych do prognozowania na rynkach finansowych*, [w:] *Inteligentne systemy wspomagania decyzji w zarządzaniu. Transformacje systemów*, red. H. Sroka, S. Stanko, Materiały konferencyjne, Katowice 1997, s. 63.

Strukturę opracowanej sieci przedstawiono na rysunku 2.

Rys. 2. Struktura sieci MLP



Źródło: opracowanie własne.

Przedstawiona na rysunku 2 sieć ma jedną warstwę ukrytą, a liczba neuronów w tej warstwie wynosi 9. Budując prognozę, należy dokonywać oceny jej dokładności, aby nie dostarczać niepotrzebnych i błędnych informacji w procesie decyzyjnym. Błąd prognozy jest podstawą do budowy w przedsiębiorstwie rezerw (zapasów bezpieczeństwa), które zabezpieczają przed skutkami wahań losowych. Błędy prognozy mogą wynikać z zastosowania niewłaściwego modelu prognostycznego, nie zaś objęcia badaniem wszystkich danych, niewłaściwego ustalenia zależności między nimi lub wpływu czynników nieprzewidywalnych, losowych. Wartości statystyk dla całego zbioru oraz poszczególnych zbiorów przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Wartości statystyk dla sieci MLP

Statystyki	Zbiór uczący	Zbiór walidacyjny	Zbiór testowy
Średni błąd	–3,446908	5,351642	–0,9745
Korelacja	0,9087791	0,8992186	0,8985386
Wartości błędów dla całego zbioru			
RMS	Błąd średni	Średni błąd bezwzględny	MRE
286,280	0,580	222,378	0,108

Źródło: opracowanie własne.

Przedstawione w tabeli 1 wartości statystyk można uznać za zadowalające. Współczynnik korelacji dla wszystkich trzech zbiorów osiągnie bardzo wysoki poziom – około 0,9. Również otrzymana wartość błędu RMS na poziomie 286,280 wskazuje na dużą użyteczność w praktyce tej metody prognostycznej. Dalszym etapem działań w praktyce powinno być monitorowanie i porównywanie wielkości otrzymanych w procesie prognozy z przebiegiem rzeczywistym badanego zjawiska. Monitorowanie procesu prognostycznego następuje poprzez szacowanie z okresu na okres błędów prognozy i tym samym określa się jakość otrzymanych wyników. Dzięki monitorowaniu przebiegu

prognozy możliwe jest uchwycenie błędów sygnalizujących o pojawieniu się w prognozowanym zjawisku zmian strukturalnych oraz o konieczności zmiany stosowanego modelu.

Na podstawie przeprowadzonych badań można więc wnioskować, że sztuczne sieci neuronowe są bardzo przydatnym narzędziem w opracowywaniu prognozy popytu. Tym samym tak opracowana prognoza, czyli obciążona niewielkim błędem, może być z powodzeniem wykorzystana w procesie decyzyjnym w obszarze zaopatrzenia. Stwarza bowiem możliwość utrzymywania niewielkich zapasów bezpieczeństwa, a to z kolei wiąże się z obniżeniem kosztów logistyki. Warto jednak zaznaczyć, że nadal konieczne jest sprawowanie kontroli, aby wyeliminować nagłe i niespodziewane zmiany popytu, a zwłaszcza wynikające z pojawienia się sytuacji nietypowych. Należy więc podkreślić, że prawidłowa realizacja zadań procesu zaopatrzenia będzie możliwa dzięki ściślejszej współpracy działu zaopatrzenia z działem magazynu, a także z działem transportu¹⁸. Skoordinowanie działań w tych obszarach zapewni osiągnięcie celu zarządzania zaopatrzeniem, jakim jest zabezpieczenie czasowo-przestrzennej dostępności materiałów czy towarów zgodnie z opracowanym planem przedsiębiorstwa. Zintegrowane zarządzanie w tych obszarach powinno przyczynić się do: zwiększenia poziomu obsługi klienta, obniżenia poziomu zapasów oraz kosztów (związanych z magazynowaniem, brakiem danej pozycji zapasu), synchronizacji procesu zaopatrzenia i sprzedaży, redukcji przypadkowych zamówień, zwiększenia płynności finansowej, podwyższenia jakości i szybkości działania.

3. ZAKOŃCZENIE

Podsumowując, należy stwierdzić, że sprawne wykonywanie funkcji zarządczych warunkuje powodzenie na współczesnym rynku. Ciągła kontrola, planowanie i szybka reakcja na zaistniałe zmiany kierownictwa dają możliwość pełnego zaspokojenia potrzeb i preferencji potencjalnych klientów, które ulegają ciągłym i szybkim zmianom. W przedsiębiorstwach powinno się zapewnić występowanie i właściwą realizację funkcji zarządzania we wszystkich obszarach działalności przedsiębiorstwa, zarówno w sferze zaopatrzenia, utrzymywania zapasów, sprzedaży, jak i finansowania. Koordynacja i integracja przepływu informacji, towaru i gotówki są bowiem podstawą właściwego zarządzania procesem zaopatrzenia.

LITERATURA

- [1] Blaik P., *Logistyka. Koncepcja zintegrowanego zarządzania*, PWE, Warszawa 2001.
- [2] Cox R., Brittain P., *Zarządzanie sprzedażą detaliczną*, PWE, Warszawa 2000.
- [3] Chrzan P., Timofiejczuk G., *Uwagi o możliwościach zastosowania sieci neuronowych do prognozowania na rynkach finansowych*, [w:] *Inteligentne systemy wspomagania decyzji w zarządzaniu. Transformacje systemów*, red. H. Sroka, S. Stanko, Materiały konferencyjne, Katowice 1997.

¹⁸ B. Śliwczyński, *Controlling w zarządzaniu logistyką*, Wyższa Szkoła Logistyki, Poznań 2007, s. 95.

- [4] Dudek M., Mazur Z., Waszkiewicz W., *Zarządzanie informacją w procesach wytwarzania*, [w:] *Informacja w zarządzaniu procesem zmian*, red. naukowa R. Borowiecki, M. Kwieciński, Materiały konferencyjne, Zakamycze 2003.
- [5] Krystiańczuk W., *Sieci neuronowe jako metoda prognozowania indeksów giełdowych*, Materiały konferencyjne Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 1997.
- [6] Szczepankiewicz W., *Organizacja źródeł zaopatrzenia i rola handlu detalicznego w kanałach rynku*, [w:] *Handel detaliczny. Funkcjonowanie i kierunki rozwoju*, red. J. Szumilak, Oficyna Ekonomiczna, Kraków 2004.
- [7] Śliwczyński B., *Controlling w zarządzaniu logistyką*, Wyższa Szkoła Logistyki, Poznań 2007.
- [8] Tadeusiewicz R., *Elementarne wprowadzenie do techniki sieci neuronowych z przykładowymi programami*, Akademicka Oficyna Wydawnicza PLJ, Warszawa 1998.
- [9] Tadeusiewicz R., Lula P., *Neuronowe metody analizy szeregów czasowych i możliwości ich zastosowań w zagadnieniach biomedycznych*, [w:] *Biocybernetyka i inżynieria biomedyczna 2000*, red. M. Nałęcz, t. 6: *Sieci neuronowe*, red. tomu W. Duch, J. Korbicz, L. Rutkowski, R. Tadeusiewicz, PAN Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa 2000.
- [10] Tadeusiewicz R., *Problemy biocybernetyki*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1994.
- [11] Witkowska D., *Sztuczne sieci neuronowe i metody statystyczne. Wybrane zagadnienia finansowe*, C.H. BECK, Warszawa 2002.
- [12] Witkowski J., *Zarządzanie łańcuchem dostaw: koncepcje, procedury, doświadczenia*, PWE, Warszawa 2003.
- [13] *Wprowadzenie do sieci neuronowych*, opracowanie dla Statsoft: R. Tadeusiewicz, P. Lula, Statsoft, Kraków 2001.
- [14] Żukowski P., Marjak H., Grabowiecka R., *Metodyczne podstawy stosowania sztucznych sieci neuronowych w prognozowaniu*, Materiały konferencyjne US, Szczecin 2000.

THE POSSIBILITY OF DECISION SUPPORT IN THE PROCESS OF MANAGEMENT SUPPLY

The article touches upon the issues of managing a supply area, which allow for upkeep of optimal supplies. A supply ensures production continuity and constant sales, but also engages and freezes financial capital, creates maintenance costs, or costs related to the aging of the supply, thus it is especially important for every business to determine the ideal size and time of the purchase. The synchronization of sales (or of usage/wear) with supply based on a well prepared forecast is proposed. Artificial neural networks are proposed as forecasting methods. The fields and problem areas, in which the successful use of artificial neural networks is indicated in the area. These include, among others, predictions. As the literature suggests, artificial neural networks can be used as calculation tools in the case of difficult tasks, the forecast of the demand is undoubtedly factored in. Moreover, general information on the subject is elaborated on within the article, specifically the process of educating artificial neural networks. Multilayered MLP networks, which possess enormous forecasting abilities, are discussed more exactly. Next, the demand forecast, with the use of MLP artificial neural networks for an example supply item in a selected business, is elaborated upon on. The foundation of the forecast is based on the temporary *time* series representing the historical

demand for the selected supply. The value of the statics assessing the accuracy of the forecast were considered satisfying, thus the conclusion states the significant need for artificial neural networks in the preparation of demand forecasts.

Keywords: supply, prognosis, artificial neural network, MLP.

DOI:10.7862/rz.2013.hss.7

Tekst złożono w redakcji: styczeń 2013.

Przyjęto do druku: czerwiec 2013.