

POMIAR WARTOŚCI KAPITAŁU SPOŁECZNEGO Z ZASTOSOWANIEM OBLICZEŃ INTELIGENTNYCH

Julia SIDERSKA

Streszczenie: W artykule zaproponowano narzędzie informatyczne, oparte na obliczeniach inteligentnych, wspomagające i usprawniające proces szacowania wartości kapitału społecznego przedsiębiorstwa, będący niezbędnym elementem procesu zarządzania nowoczesną organizacją. Dokonano przeglądu zaproponowanych dotąd w literaturze metod pomiaru takich aktywów i wskazano na ich główne ograniczenia. Celem przeprowadzonych prac badawczych było opracowanie algorytmu prostego koncepcyjnie i efektywnego obliczeniowo. W pracy pokazano przykład oszacowania wartości kapitału społecznego przedsiębiorstwa SAP z zastosowaniem zaproponowanej metody.

Słowa kluczowe: kapitał społeczny, pomiar wartości kapitału społecznego, sieć neuronowa, obliczenia inteligentne, zarządzanie aktywami niematerialnymi przedsiębiorstwa.

1. Wprowadzenie

Rola kapitału społecznego w przedsiębiorstwach prowadzących działalność w warunkach gospodarki opartej na wiedzy rośnie dynamicznie od wielu lat. To powoduje, że organizacje takie stają przed wyzwaniem poszukiwania i wdrażania nowych rozwiązań w zakresie organizacji i zarządzania. Postęp technologiczny powoduje także, że źródłem sukcesu rynkowego i przewagi konkurencyjnej przedsiębiorstwa są jego wartości niematerialne, w tym przede wszystkim kapitał ludzki i społeczny. Efektywne zarządzanie takimi zasobami jest w dzisiejszych czasach bardzo istotne. W wielu publikacjach podkreśla się, że niezbędne i kluczowe jest dokonywanie pomiaru wartości takich aktywów, są one bowiem traktowane jak wszystkie inne kapitały przedsiębiorstwa (materialne, finansowe, itp.).

W przeważającej części tych publikacji opisuje się przypadki szacowania wartości niematerialnych przedsiębiorstw z zastosowaniem opracowanych dotąd metod lub też proponuje się nowe narzędzia do tego typu obliczeń. Jednak z badań autorki wynika, że charakteryzują się one wieloma ograniczeniami powodującymi, że menedżerowie i księgowi niechętnie z nich korzystają i nie uwzględniają wartości kapitału społecznego w publikowanych bilansach księgowych. Propozycja narzędzia, wykorzystującego obliczenia inteligentne do wyznaczania wartości kapitału społecznego jest przedmiotem tego opracowania. Warto też pokreślić, że jest to innowacyjne podejście, bowiem jak dotąd żaden z badaczy nie zaproponował zastosowania modelu sztucznej sieci neuronowej do takich analiz.

W nowoczesnej gospodarce coraz rzadziej funkcjonują przedsiębiorstwa tradycyjne, a coraz powszechniej rozwijane są organizacje oparte na wiedzy, umiejętnościach i kompetencjach pracowników. To powoduje, że przedsiębiorstwa zmuszane są do podejmowania działań mających na celu efektywne zarządzanie swoimi zasobami niematerialnymi, czyli wykorzystywaniu doświadczenia i talentu pracowników, wzmacnianiu ich kluczowych kompetencji, rozwijaniu umiejętności oraz stymulowaniu i utrzymywaniu dobrych relacji [1].

2. Rola kapitału społecznego w przedsiębiorstwie

Efektywne zarządzanie aktywami niematerialnymi, w tym przede wszystkim kapitałem społecznym, wymaga zdefiniowania tego pojęcia. Termin kapitał społeczny upowszechniony został w literaturze ponad wiek temu, między innymi dzięki badaniom amerykańskich ekonomistów, w tym przede wszystkim Francisa Fukuyamy i Jamesa Colemana. Coleman jest autorem klasycznej definicji, systematyzującej pojęcie kapitału społecznego. Rozumiał on kapitał społeczny jako: „*umiejętności współpracy międzyludzkiej w obrębie grup i organizacji wspólnych interesów*” [2]. Fukuyama natomiast ujmował kapitał społeczny jako „*zestaw wartości i norm etycznych wspólnych dla określonej grupy ludzi i umożliwiających im skuteczne współdziałanie*” [3]. Ponadto, w literaturze przedmiotu podkreśla się też często, że kapitał społeczny dotyczy aktywów wiedzy w przedsiębiorstwie, czyli wiedzy pracowników, ekspertów, wiedzy zawartej w dokumentach i bazach danych itp. [4].

W tym miejscu warto podkreślić, że zarówno pozytywne, jak i negatywne cechy pracowników firmy są niezwykle istotne z punktu widzenia realizacji celów każdego przedsiębiorstwa, jak i przy budowaniu jego kapitału społecznego. Omówione definicje kapitału społecznego dotyczą zazwyczaj tylko jego pozytywnych cech, takich jak zaufanie, solidarność, wyrozumiałość i tym podobne. Nie uwzględniają one natomiast bardzo istotnych aspektów negatywnych, jak: brak zaufania, brak lojalności, hipokryzję, podejrzliwość, zakłamanie itp. W tym kontekście definicja zaproponowana przez Walukiewicza, ujmująca kapitał społeczny jako [5]:

wszystkie formalne i/lub nieformalne relacje pomiędzy co najmniej dwiema osobami traktowanymi jako samodzielne istoty ludzkie, więc zaufanie, lojalność, umiejętność współpracy, ale i rozwiązywania problemów i konfliktów

jest bardziej precyzyjna i holistyczna, dlatego stanowiła podstawę do podejmowania rozważań w tym zakresie.

Kapitał społeczny, z uwagi na jego niematerialny charakter, powinien być analizowany z wykorzystaniem odpowiednich technik zarządzania. Sprawne i efektywne zarządzanie kapitałem społecznym przedsiębiorstwa wymaga nie tylko precyzyjnego zidentyfikowania i zdefiniowania jego elementów składowych, ale też odpowiedniego oszacowania ich wartości i podjęcia decyzji strategicznych z tym związanych.

Z uwagi na to, że kapitał społeczny traktowany powinien być jak każdy inny kapitał przedsiębiorstwa (np. fizyczny, finansowy), to pomiar jego wartości jest niezbędnym elementem zarządzania w każdym nowoczesnym przedsiębiorstwie, chociaż bardzo wielu autorów podkreśla trudności związane z jego wyceną. Zarządzanie nowoczesnym przedsiębiorstwem, funkcjonującym w warunkach gospodarki opartej na wiedzy, powinno być zatem ściśle związane z próbą odpowiedzi na pytanie: *ile wart jest kapitał społeczny firmy?*

3. Metody pomiaru wartości kapitału społecznego przedsiębiorstwa

W praktyce menedżerowie i księgowi przedsiębiorstw mogą korzystać z modeli ilościowych, wyrażających wartość kapitału społecznego w jednostkach monetarnych, jak i jakościowych, wykorzystujących miary niefinansowe. Duża część opracowanych dotąd narzędzi do szacowania wartości kapitału społecznego bazuje na bilansach finansowych, publikowanych przez jednostki na koniec każdego kwartału. W literaturze przedmiotu, jako

najbardziej znane i najpowszechniej stosowane metody i techniki analizy wartości niematerialnych przedsiębiorstw, wymienia się: oparte na kapitalizacji rynkowej, kartach punktowych oraz bezpośrednim pomiarze kapitału intelektualnego. Pomiaru aktywów niematerialnych w firmie można dokonać wykorzystując także niefinansowe modele, takie jak: monitor aktywów niematerialnych K. Sveiby'ego [6], zrównoważoną kartę wyników R. Kaplana i D. Nortona [7] czy Navigator Skandii L. Edvinssona [8]. Zostały one przedstawione w tabeli 1.

Tab. 1. Metody pomiaru wartości kapitału społecznego

Grupa metod	Narzędzie pomiaru
Metody oparte na kapitalizacji rynkowej (MCM – <i>Market Capitalization Methods</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Wskaźnik MV/BV</i> (Market-To-Book Value), • <i>Wskaźnik Q Tobina</i>, • <i>Model IAMVTM</i> (Investor Assigned Market Value).
Metody oparte na zwrocie na aktywach (ROA – <i>Return on Assets Methods</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Metoda KCETM</i> (Knowledge Capital Earnings), • <i>Wskaźnik EVATM</i> (Economic Value Added), • <i>Metoda VAICTM</i> (Value Added Intellectual Coefficient), • <i>Metoda CIV</i> (Calculated Intangible Value).
Metody kart punktowych (SC – <i>Scorecards Methods</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Navigator Skandii</i> (Skandia NavigatorTM), • <i>Model IC RatingTM</i>, • <i>Platforma wartości</i> (Value Platform), • <i>Monitor Aktywów Niematerialnych IAM</i> (Intangible Assets Monitor), • <i>Zrównoważona Karta Wyników BSC</i> (Balanced Scorecard), • <i>Model VCSTM</i> (Value Chain Scoreboard), • <i>Indeks kapitału intelektualnego IC-Index</i> (Intellectual Capital Index).
Metody bezpośredniego pomiaru kapitału intelektualnego (DIC - <i>Direct Intellectual Capital methods</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • <i>IAV</i> (<i>Intangible Assets Valuation</i>), • <i>TVC</i> (<i>Total Value Creation</i>), • <i>IVM</i> (<i>Inclusive Valuation Methodology</i>), • <i>Model „odkrywcy wartości”</i> (<i>The Value ExplorerTM</i>), • <i>Wskaźnik patentów ważonych liczbą cytowań</i> (<i>Citation-Weighted Patents</i>).

Źródło: opracowanie własne na podstawie [9].

Jak dotąd nie opracowano jednej, powszechnie akceptowanej metody pomiaru wartości kapitału społecznego. Zaproponowane w literaturze narzędzia, zwłaszcza te bazujące na bilansach finansowych, powodują, że pomiar wartości aktywów niematerialnych jest procesem pracochłonnym, czasochłonnym i budzi wiele metodologicznych zastrzeżeń. W związku z tym przedsiębiorstwa rzadko decydują się na ich wykorzystywanie do szacowania wartości kapitału społecznego. Ponadto, z badań empirycznych autorki wynika, że korzystanie z opracowanych dotąd algorytmów obliczeniowych wprowadza także kilka innych, równie istotnych ograniczeń, do których należy zaliczyć przede wszystkim:

- brak możliwości oceny istotności poszczególnych zmiennych, determinujących wartość kapitału społecznego;
- konieczność przeprowadzenia analizy różnych źródeł (bilansów finansowych, sprawozdań giełdowych, informacji sektorowych publikowanych przez GUS i wywiadownie gospodarcze, wewnętrznych dokumentów przedsiębiorstwa, itp.);
- konieczność wykonania pogłębionych badań i uwzględnienia specyfiki warunków gospodarki.

Zidentyfikowane ograniczenia stanowiły inspiracje i przesłanki do zaproponowania własnej metodyki pomiaru wartości kapitału społecznego spółek giełdowych, bazującej przede wszystkim na danych łatwo dostępnych, zawartych w publikowanych przez te przedsiębiorstwa bilansach księgowych. Te rozważania pozwoliły na sformułowanie modelu teoretycznego, który następnie zastosowano do budowy narzędzia umożliwiającego szacowanie wartości niematerialnych firm informatycznych.

4. Obliczenia inteligentne w zastosowaniach ekonomicznych

Do rozwiązywania różnorodnych problemów społeczno – gospodarczych są coraz powszechniej i z dużym powodzeniem stosowane nowoczesne algorytmy wykorzystujące inteligentne metody obliczeniowe, w tym przede wszystkim sztuczne sieci neuronowe. Powinny być zatem przez badaczy rozwijane metody i narzędzia informatyczne, z drugiej strony ważne jest także rozumienie przez nich sensu działań społeczno – gospodarczych.

Amerykańscy naukowcy Warren S. McCulloch i Walter H. Pitts już w 1943 roku zaproponowali matematyczny opis komórki nerwowej i powiązali to z możliwością przetwarzania danych [10]. Zauważyli oni także, że istotną własnością sieci neuronowych jest ich zdolność do równoległego przetwarzania oraz umiejętność uczenia się, co jest korzystniejsze w stosunku do tradycyjnego programowania [11]. Opracowany model stanowił podstawę do dalszych badań dotyczących potencjalnych możliwości zastosowania sprzężonych ze sobą sztucznych neuronów. Pod koniec lat czterdziestych XX wieku amerykański neuropsycholog Donald O. Hebb jako pierwszy odkrył, że informacje mogą być przechowywane w strukturze połączeń pomiędzy neuronami. Na tej podstawie, w 1949 roku zaproponował on metodę uczenia sieci polegającą na zmianach wag połączeń między neuronami, nazywaną regułą Hebba [12]. Pionierską sztuczną siecią neuronową, poprawnie imitującą działanie sieci nerwowej, był zbudowany w 1957 roku przez Rosenblatta i Wightmana perceptron, będący układem, w którym neurony warstwy wyjściowej odbierają sygnały z warstwy wejściowej. Ten ciekawy pomysł znalazł wielu naśladowców nie tylko w Stanach Zjednoczonych, ale i w Japonii, Europie i na terenach byłego Związku Radzieckiego [11].

Zainteresowanie tematyką sztucznej inteligencji jest wśród badaczy wciąż duże. Sieci neuronowe są przez nich stosowane nie tylko w obszarach nauk technicznych (rozpoznawanie obrazów, przetwarzanie sygnałów, sterowanie, optymalizacja), ale coraz częściej w ekonomii i zarządzaniu. Od wielu lat proponowane są sztuczne systemy i programy komputerowe, które potrafią odtwarzać niektóre cechy intelektu naturalnego oraz obrazują procesy myślowe zachodzące u człowieka [13]. Ponadto należy wspomnieć, że sieci neuronowe, dzięki swojej zdolności do uczenia, adaptacji i uogólniania doświadczeń, cechują się umiejętnością kojarzenia danych i identyfikacji istotnych powiązań między nimi, pozwalają zatem zautomatyzować procesy wnioskowania na podstawie zgromadzonych danych. Warto także podkreślić, że sieci neuronowe (w tym przede wszystkim rekurencyjne sieci Hopfielda) wykorzystywane są często to poszukiwania optymalnych decyzji

gospodarczych. Dobrym przykładem jest rozwiązanie przez taką sieć tak zwanego problemu komiwojazera.

Jedną z pierwszych publikacji, w których omówiono przykład zastosowania sieci neuronowych do rozwiązania problemu z obszaru zarządzania przedsiębiorstwem, tj. do prognozowania dziennej stopy zwrotu akcji firmy IBM, była praca Halberta White'a – profesora ekonomii na Uniwersytecie Kalifornijskim w San Diego. Autor zaproponował modele sieci neuronowych pozwalające na identyfikowanie oraz dekodowanie nieliniowych prawidłowości w zmianach cen aktywów [14]. Ciekawe rozwiązania, wykorzystujące sieci neuronowe do analiz ekonomicznych, omówiono już także ponad 20 lat temu w artykułach następujących autorów: K.G. Coleman, T.J. Greattinger, W.F. Lawrence [15], R.R. Trippi [16], czy G. Zhang, B. Eddy Patuwo, Michael Y. Hu [17]. Zastosowanie sztucznych sieci neuronowych do rozwiązywania problemów w ekonomii, na przykład przy przewidywaniu trendów na giełdzie, cieszy się także obecnie dużym zainteresowaniem badawczy z całego świata. Świadczy o tym rosnąca na całym świecie liczba publikacji w tym zakresie. Autorami, których warto wymienić są: L.C. Martinez, D.N. da Hora, J.R. de M. Palotti, G.L. Pappa [18], Pei-Chann Chang, Chen-Hao Liu, Chin-Yuan Fan, Jun-Lin Lin, Chih-Ming Lai [19] czy M. Janeski, S. Kalajdziski [20].

Ponadto, warto także podkreślić, że sieci neuronowe są narzędziami, które z dużym powodzeniem wykorzystywane są jako modele dowolnego systemu. Taki model, odwzorowujący jakikolwiek rzeczywisty obiekt, pozwala na zaprojektowanie rozbudowy lub zmiany struktury obiektu, a także na sterowanie i kontrolowanie jego zachowania. Bardzo istotne jest też to, że taki model pozwala na identyfikowanie nieprawidłowości w funkcjonowaniu przedsiębiorstwa i diagnozowanie ich przyczyn. Dzięki temu możliwe jest prognozowanie skutków określonych decyzji, co jest niezwykle ważne w zarządzaniu każdą organizacją [21].

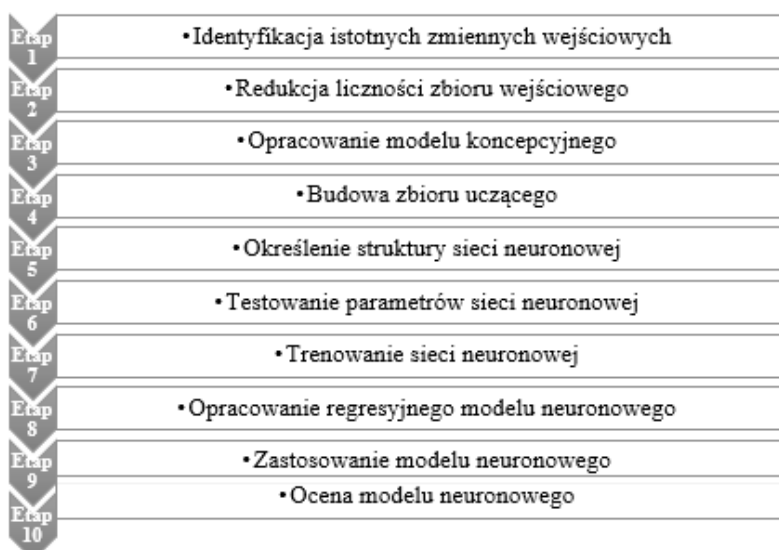
W tym artykule za obiekt badań i eksperymentów służą przedsiębiorstwa informatyczne, prowadzące działalność w sektorze oprogramowania. Oprogramowanie to efekt wieloletniej pracy wielu programistów, ich znajomości języków programowania, doświadczenia i talentu, ale przede wszystkim ich umiejętności współpracy, dobrych relacji, zaufania, czyli kapitału społecznego. Jest to w powszechnej opinii istotny składnik wartości giełdowej każdej firmy informatycznej, determinujący jej sukces rynkowy i będący źródłem przewagi konkurencyjnej. Istotne jest zatem oszacowanie wartości takiego kapitału, jako najcenniejszego zasobu przedsiębiorstw. W praktyce szacowanie wartości KS jest szczególnie ważne dla menedżerów i inwestorów giełdowych. Jest to zagadnienie regresyjne, które rozwiązano z zastosowaniem sieci neuronowych, należących do inteligentnych metod obliczeniowych. Do rozwiązania problemu sprawnego i rzetelnego szacowania wartości kapitału społecznego przedsiębiorstwa wybrano sieci neuronowe przede wszystkim dlatego, że mogą być one stosowane z dużym prawdopodobieństwem odniesienia sukcesu do budowy modeli matematycznych, pozwalających odwzorowywać złożone zależności pomiędzy sygnałami wejściowymi a wybranymi sygnałami wyjściowymi.

5. Pomiar KS za pomocą sieci

Dawniej budowano modele dowolnych systemów bez zastosowania nowoczesnych narzędzi informatycznych. Powodowało to, że proces ten był bardzo żmudny i wymagał wysokich kwalifikacji projektanta w tym zakresie. Niezbędne zatem stało się poszukiwanie formuł matematycznych opisujących wiedzę o badanym obiekcie, czy zjawisku. Niejednokrotnie, ze względu na dużą złożoność obiektu, opis taki okazywał się

niewystarczający i nie dawał odpowiedzi na pytanie: jak zarządzać obiektem, żeby uzyskać pożądany cel? Dlatego niezbędnym elementem tradycyjnego modelowania jest opracowanie programu symulacyjnego, dzięki któremu można było łatwo prowadzić rozważania na dotyczące różnych wariantów i scenariuszy postępowania [21].

Celem przeprowadzonych prac badawczych było opracowanie algorytmu obliczeniowego, pozwalającego na szacowanie wartości kapitału społecznego przedsiębiorstwa. Zastosowanie sztucznych sieci neuronowych do analizy i modelowania wartości kapitału społecznego to problem regresyjny, bowiem celem jest identyfikacja zależności między zbiorem wartości zmiennych objaśniających (wejściowych), a zmienną objaśnianą, wyjściową, czyli wartości kapitału społecznego przedsiębiorstwa. Proces badawczy przebiegał w kilku etapach. Opracowano model regresyjny, tj. funkcję określającą zależność wartości oczekiwanej zmiennej objaśnianej od wartości zmiennych objaśniających. Ta idea znalazła odzwierciedlenie w procesie badawczym. W budowie modelu regresyjnego istotne były elementy przedstawione na rysunku 1.



Rys. 1. Etapy projektowania modelu sieci neuronowej
Źródło: opracowanie własne.

Na tej podstawie model koncepcyjny zastosowano do danych, w których znane były wartości tylko zmiennych objaśniających, w celu wyznaczenia wartości oczekiwanej zmiennej objaśnianej (tzw. *scoring*). Analiza piśmiennictwa oraz doświadczenie autorki z zakresu szacowania wartości niematerialnych pozwoliły na zidentyfikowanie zbioru zmiennych objaśniających, wpływających na wartość kapitału społecznego przedsiębiorstwa. Spośród nich do pierwszych analiz wybrano 12 zmiennych wejściowych o charakterze ilościowym. Oparto się jednak na rekomendacjach R. Tadeusiewicza z których wynika, że w celu zabezpieczenia przed przeuczeniem sieci neuronowej przyjmuje się, że najbardziej korzystna jest mała liczba zmiennych wejściowych. Ze względu na zjawisko redundancji zmiennych, zasadne było użycie tylko pewnego podzbioru z nich. Redukcję tego zbioru przeprowadzono zgodnie z metodyką wyboru zmiennych do modelu ekonometrycznego:

- wyeliminowano zmienne objaśniające o zbyt niskim poziomie zmienności ($V=15\%$);
- obliczono współczynniki korelacji pomiędzy wszystkimi zmiennymi;
- dokonano redukcji zmiennych metodą analizy macierzy współczynników korelacji (wartość krytyczna wynosiła 0,6).

Takie działania pozwoliły na wybór do dalszych analiz następujący zmiennych objaśniających: wartość giełdowa, aktywa, zobowiązania, przychody ogółem, dochód netto, zatrudnienie. Założenia dotyczące wpływu wartości zmiennych objaśniających na wartość zmiennej objaśnianej są następujące:

$$V(SC, t) = f(MV, A, L, TR, NI, Emp) \quad (1)$$

(dla każdego t)

gdzie:

SC (ang. *social capital*) – wartość kapitału społecznego firmy,

MV (ang. *market value*) – wartość giełdowa (rynkowa),

A (ang. *assets*) – aktywa,

L (ang. *liabilities*) – zobowiązania,

TR (ang. *total revenue*) – przychód ogółem,

NI (ang. *net income*) – dochód netto,

Emp (ang. *employment*) – zatrudnienie.

Zbiór danych wejściowych obejmował informacje dotyczące 115 przypadków czterech przedsiębiorstw informatycznych: Microsoft, Red Hat, Prokom Software SA oraz Asseco Poland SA. Zmienna objaśniana, czyli wartość kapitału społecznego, została obliczona z zastosowaniem równania fundamentalnego[5], na podstawie danych finansowych zawartych w bilansach księgowych publikowanych przez te przedsiębiorstwa na koniec każdego kwartału w okresie od 2006 do 2014 roku. W tabeli 2 przedstawiono przykład danych wejściowych charakteryzujących przedsiębiorstwo Asseco Poland w 3. kwartale 2014 roku.

Celem przeprowadzonych badań było opracowaniem struktury i wybór cech sieci neuronowej oraz nauczenie jej odzwierciedlenia zależności pomiędzy zmiennymi wejściowymi, a zmienną wyjściową oraz uogólniania tej wiedzy na nowe przypadki. Środowiskiem, w którym zaprojektowano sieć neuronową był pakiet statystyczny STATISTICA.

Tab. 2. Wartości zmiennych wejściowych i zmiennej wyjściowej w firmie

Symbol zmiennej wejściowej	Wartość zmiennej
MV	3 868 [mln dol.]
A	10 131 [mln dol.]
L	2 355 [mln dol.]
TR	1 486 [mln dol.]
NI	161 [mln dol.]
Emp	17 625 [szt.]
Symbol zmiennej wyjściowej	Wartość zmiennej
SC	960 [mln dol.]

Źródło: opracowanie własne.

Testowano wiele konfiguracji sieci neuronowych różniących się budową, strukturami, rodzajami funkcji aktywacji i funkcji błędu, algorytmami uczenia itp. Przeprowadzony proces badawczy obejmował analizy symulacyjne pozwalające na ocenę zmian wartości współczynnika jakości i błędów sieci neuronowej w odpowiedzi na zmianę rodzajów funkcji błędów oraz funkcji aktywacji w neuronach ukrytych i wyjściowych oraz testy różnych algorytmów trenowania sieci. Celem przeprowadzonych eksperymentów był wybór struktury i parametrów sieci neuronowej, umożliwiających otrzymanie najwyższego współczynnika korelacji Pearsona (najmniejszego błędu sieci) w zbiorze walidacyjnym, który nie podlegał procesowi trenowania. Została ona przedstawiona w tabeli 3.

Tab. 3. Parametry wybranej sieci neuronowej

Nazwa sieci neuronowej	MLP 6-3-1
Funkcja aktywacji (neurony ukryte)	Tangens hiperboliczny
Funkcja aktywacji (neurony wyjściowe)	Liniowa
Błąd sieci	Suma kwadratów
Algorytm uczenia	BFGS (oparty na metodzie wstecznej propagacji błędów)
Wskaźnik jakości (zbiór walidacyjny)	0,99

Źródło: opracowanie własne.

Wybrano perceptron wielowarstwowy MLP 6-3-1, poddany trenowaniu metodą wstecznej propagacji błędów (ang. *backpropagation*) z zastosowaniem algorytm BFGS (Broyden–Fletcher–Goldfarb–Shanno), opartego na metodzie gradientowej drugiego rzędu. W sieci tej zaimplementowano tangens hiperboliczny i funkcję liniową jako funkcje aktywacji w neuronach.

Z zastosowaniem zaproponowanych parametrów sieci neuronowej dokonano pomiaru wartości kapitału społecznego przedsiębiorstwa SAP - dostawcy oprogramowania biznesowego ERP dla wszystkich sektorów gospodarki i lidera rynku software w Europie. Wartości danych wejściowych zostały przedstawione w tabeli 4. Nie należały one do zbioru danych, na którym trenowana była sieć neuronowa, zatem pozwoliły na weryfikację jej zdolności do uogólniania wiedzy i generalizacji danych.

Tab. 4. Wartości zmiennych wejściowych i wartość oszacowanego kapitału społecznego przedsiębiorstwa SAP w I kwartale 2015 roku

MV [mln dol.]	A [mln dol.]	L [mln dol.]	TR [mln dol.]	NI [mln dol.]	Emp [szt.]	SC [mln dol.]
90 000	46 000	23 000	45 000	169	77 000	103 405

Źródło: opracowanie własne.

Oszacowaną w ten sposób wartość kapitału społecznego porównano z wartością obliczoną z zastosowaniem równania fundamentalnego. Wartość kapitału społecznego wyznaczona przy użyciu sieci MLP 6-3-1 różni się o około 5% w stosunku do wartości

obliczonej za pomocą równania fundamentalnego. Pozwala to, zdaniem autorki, uznać zaproponowaną metodykę za sprawne, nowoczesne narzędzie informatyczne, charakteryzujące się dużą zdolnością do generalizacji danych. Jednocześnie warto podkreślić fakt, że dokonano pomiaru wartości kapitału społecznego w sposób bardzo szybki, opierając się na ogólnodostępnych danych finansowych przedsiębiorstwa SAP. Fakt ten stanowi, w opinii autorki, dużą zaletę opracowanego narzędzia. Zgodnie z założeniem autorki, algorytm ten jest prosty koncepcyjnie, ale efektywny obliczeniowo. Dodatkowo, korzystanie z niego nie powoduje ograniczeń, którymi charakteryzują się dotąd zaproponowane w literaturze metody i narzędzia.

5. Wnioski

Najcenniejszym zasobem każdego przedsiębiorstwa są jego pracownicy, budujący kapitał społeczny. Decydują oni w dużej mierze o osiągnięciu przewagi konkurencyjnej i sukcesie rynkowym organizacji, a także o jej wyniku finansowym. Zarządzanie wartościami niematerialnymi firmy, w tym przede wszystkim jej kapitałem społecznym, powinno być zatem strategicznym elementem determinującym działalność każdej z nich. Jest to jednak, ze względu na trudności w pomiarze ich wartości i wycenie, proces trudny. Ponadto, menedżerowie i księgowi przedsiębiorstw prowadzących działalność na polskim rynku, rzadko dokonują szacunków wartości ich kapitału społecznego i nie uwzględniają takich informacji w publikowanych bilansach księgowych. Warto w tym miejscu podkreślić, że w wielu firmach zagranicznych już od wielu lat dokonuje się pomiaru wartości niematerialnych i umieszcza się taką informację w sprawozdaniach finansowych.

Zaproponowany algorytm obliczeniowy jest narzędziem pozwalającym na sprawne i szybkie obliczenia wartości kapitału społecznego przedsiębiorstwa. Może być także uzupełnieniem tradycyjnej wyceny o dane dotyczące ilości i jakości wartości niematerialnych przedsiębiorstwa. Zaproponowana nowa metodyka szacowania wartości kapitału społecznego oraz opracowane narzędzie są pomysłem innowacyjnym, rozszerzającym możliwości aplikacyjne sieci neuronowych oraz pozwalającym na zastosowanie ich do rozwiązania problemu w nowatorski sposób.

Dodatkowo, zaletą zaproponowanej sieci neuronowej MLP 6-3-1 jest fakt, że z jej zastosowaniem możliwe jest oszacowanie wartości kapitału społecznego przedsiębiorstwa, którego wartość rynkowa jest niższa niż wartość księgowa wynikająca ze sprawozdań finansowych. W metodach opartych o kapitalizację rynkową (np. najpowszechniejszy wskaźnik wartości rynkowej do księgowej MV/BV) zakłada się, że wartości niematerialne przedsiębiorstwa mieszczą się w różnicy pomiędzy jego wartością giełdową, a księgową. Różnica ta musi zatem być wartością dodatnią, aby mówić o kapitale społecznym przedsiębiorstwa. Jednak warto podkreślić, że kapitał społeczny powstaje tam, gdzie występuje oddziaływanie między co najmniej dwiema osobami [5]. Zatem istnieje w każdej (innej niż jednoosobowa) firmie nawet w przypadku, gdy jej wartość księgowa jest wyższa niż wartość giełdowa. Zaproponowany algorytm pozwala, w odróżnieniu od innych metod, na szacowanie wartości kapitału społecznego nawet w takiej sytuacji.

W tym miejscu należy też podkreślić, że cechy i parametry opracowanej sieci neuronowej posłużyły autorce do napisania kodu źródłowego aplikacji SOCAP Neural Network. Może ona stanowić narzędzie użyteczne dla praktyków zarządzania (menedżerów i księgowych) do szacowania wartości kapitału społecznego i oceny konkurencyjności przedsiębiorstwa.

Ponadto, we współczesnych publikacjach często podkreśla się, że nadrzędnym i strategicznym celem działalności przedsiębiorstwa jest maksymalizacja jego wartości

rynkowej. Pod koniec XX wieku to podejście do skutecznego zarządzania organizacją zostało nazwane koncepcją zarządzania wartością (ang. *Value Based Management*) [22]. W tym kontekście zaproponowane narzędzie pozwala na symulowanie oraz prognozowanie wzrostu wartości kapitału społecznego (a więc i wartości giełdowej firmy) w zależności od zmiany zatrudnienia i zmiany wartości innych zmiennych wejściowych.

Literatura

1. Beyer K., Proces zarządzania kapitałem intelektualnym jako wyzwanie dla przedsiębiorstw, *Studia i Prace Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania*, nr 28, s. 9 – 21.
2. Coleman J., Social Capital in the Creation of Human Capital, *The American Journal of Sociology*, Supplement: Organizations and Institutions: Sociological and Economic Approaches to the Analysis of Social Structure”, 1988, t. 94, pp. 98.
3. Fukuyama F., Kapitał społeczny, [w]: *Kultura ma znaczenie*, L.E. Harrison, S.P. Huntington (red.), Zysk i S-ka, Kraków 2003.
4. Blicharz P., Skowron S., Kapitał intelektualny jako czynnik rozwoju partnerstwa publiczno-prywatnego, *Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej*, Lublin 2013.
5. Walukiewicz S., Kapitał społeczny, *Instytut Badań Systemowych PAN*, Warszawa 2012.
6. Sveiby K. E., *The new organisational wealth. Managing and measuring knowledge – based assets*, Berret-Koehler Publishers Inc., San Francisco CA 1997..
7. Kaplan R.S., Norton D.P., Using the Balanced Scorecard as a Strategic Management System, *Harvard Business Review*, nr 1-2, 1996, pp. 35-61.
8. Edvinsson L., Malone M.S., *Intellectual Capital. The Proven Way to Establish your Company's Real Value by Measuring its Hidden Brainpower*, HarperBusiness, Londyn 1997; wyd. pol. *Kapitał intelektualny. Poznaj prawdziwą wartość swojego przedsiębiorstwa odnajdując jego ukryte korzenie*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2001.
9. Sveiby K.E., *Methods for Measuring Intangible Assets*, [za:] A. Ujwary-Gil: *Kapitał intelektualny a wartość rynkowa przedsiębiorstwa*, C.H. Beck, Warszawa 2009.
10. McCulloch W. S., *A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity*, *Bulletin of Mathematical Biophysics*, 1943, t. 5, pp. 115–133.
11. Tadeusiewicz R., *Sieci neuronowe*, Akademicka Oficyna Wydawnicza, Warszawa 1993.
12. Korbicz J., Obuchowicz A., Uciński D., *Sztuczne sieci neuronowe. Podstawy i zastosowania*, Akademicka Oficyna Wydawnicza PLJ, Warszawa 1994.
13. Mulawka J. J., *Systemy ekspertowe*, Wydawnictwo Naukowo – Techniczne, Warszawa 1996.
14. White H., *Economic prediction using neural networks: the case of IBM daily stock returns*, *IEEE International Conference on Neural Networks*, t. 2, San Diego 1988.
15. Coleman K. G., Graettinger T. J., Lawrence W. F., *Neural networks for bankruptcy prediction: The power to solve financial problems*, *Artificial Intelligence Review* 1991, nr 4, pp. 48-50.
16. Trippi R. R., Turban E., *Neural Networks in Finance and Investment: Using Artificial Intelligence to Improve Real - World Performance*, Probus, Chicago, IL 1993.
17. Zhang G., Patuwo B. E., Hu M.Y., *Forecasting with artificial neural networks: The state of the art*, *International Journal of Forecasting* 1998, nr 14, pp. 35–62.

18. Martinez L.C., da Hora D.N., de M. Palotti J.R., Pappa G.L., From an artificial neural network to a stock market day-trading system: a case study on the BM&F BOVESPA, IJCNN'09 Proceedings of the 2009 International Joint Conference on Neural Networks, IEEE Press Piscataway, New York, 2009.
19. Chang P-Ch., Liu Ch.-H., Fan Ch.-Y., Lin J.-L., Lai Ch.-M., An ensemble of neural networks for stock trading decision making, ICIC'09 Proceedings of the Intelligent computing 5th international conference on Emerging intelligent computing technology and applications, Springer-Verlag, Berlin 2009.
20. Janeski M., Kalajdziski S., Neural network model for forecasting Balkan stock exchange, ICIC'11 Proceedings of the 7th International Conference on Advanced Intelligent Computing, Springer-Verlag, Berlin 2011.
21. Tadeusiewicz R., Sieci neuronowe w zarządzaniu firmą, Blog internetowy, <http://ryszardtadeusiewicz.natemat.pl/155247,sieci-neuronowe-w-zarzadzaniu-firma> [dostęp 12.12.2016].
22. Gołębiowski G., Szczepankowski P., Analiza wartości przedsiębiorstwa, Difin, Warszawa 2007.

Dr Julia SIDERSKA
Międzynarodowy Chiński i Środkowo-Wschodnioeuropejski
Instytut Logistyki i Nauki o Usługach
Wydział Zarządzania
Politechnika Białostocka
16-001 Kleosin, ul. Tarasiuka 2
tel./fax: (85) 746 98 96
e-mail: j.siderska@pb.edu.pl