

5

Rentowność przedsiębiorstw w warunkach niepewności – analiza z wykorzystaniem sieci neuronowych

<https://doi.org/10.18559/978-83-8211-195-8/5>

 Dawid Szutowski

Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu
dawid.szutowski@ue.poznan.pl

Profitability of enterprises during changes in macroeconomic conditions— analysis using neural networks

Abstract: The purpose of this chapter is to identify the effects of the selected macroeconomic variables on the profitability of enterprises. A neural network, specifically a multilayer perceptron, was used to analyse the data. The input layer included three macroeconomic variables (unemployment rate, real disposable income and wages), and the output layer included the target variable, i.e. net return on assets (ROA). Sensitivity analysis was also performed. The study used data for almost 6,300 enterprises representing 21 sections specified in the Polish Classification of Activities. The analysis indicated that the most important variable in the context of shaping ROA is the dynamics of the average monthly gross real wage in the national economy. The second most important factor is the unemployment rate, and the least important is the dynamics of gross real disposable income. The paper attempts to fill the research gap concerning the effects of macroeconomic variables on company profitability.

Keywords: profitability, macroeconomic conditions, neural network.

Sugerowane cytowanie: Szutowski, D. (2023). Rentowność przedsiębiorstw w warunkach niepewności – analiza z wykorzystaniem sieci neuronowych. W: C. Kochalski (red.), *Analiza ekonomiczna przedsiębiorstw w warunkach niepewności* (s. 87–101). Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu. <https://doi.org/10.18559/978-83-8211-195-8/5>

Badanie dofinansowane ze środków budżetu państwa w ramach programu Ministra Edukacji i Nauki pod nazwą „Nauka dla Społeczeństwa” nr projektu Nds/543640/2021/2022 kwota dofinansowania 34 000 zł całkowita wartość projektu 699 200 zł.



Ta książka jest udostępniana na licencji Creative Commons Uznanie autorstwa-Użycie niekomercyjne-Bez utworów zależnych 4.0 Międzynarodowe

Wstęp

W szerokim spektrum czynników, które wpływają na wartość przedsiębiorstwa, jego rentowność ma miejsce szczególnie istotne. Zgodnie z wynikami licznych badań empirycznych, rentowność jest jedną z kluczowych determinant wartości przedsiębiorstwa (Dang i in., 2019), która wykazuje z nią silną pozytywną korelację. W rezultacie zagadnienie rentowności stanowi jeden z centralnych elementów w analizie ekonomicznej przedsiębiorstwa, który podlega pogłębionemu badaniu przy większości decyzji zarówno o charakterze strategicznym, jak i w toku prowadzenia działalności operacyjnej.

Rentowność odzwierciedla zwrot uzyskany przez przedsiębiorstwo w danym okresie w odniesieniu do czynnika sprawczego. Przy czym ze względu na to, że jednym z najistotniejszych czynników kreacji wartości jest zdolność podmiotu do efektywnego zarządzania aktywami (Fiksel, 2003), jednym z najistotniejszych wskaźników rentowności – obrazującym rozwój ekonomiczny przedsiębiorstwa – jest właśnie rentowność aktywów (Ratajczak, 2016).

Wyzwanie, przed którym stoją obecnie przedsiębiorstwa, polega na zarządzaniu w warunkach niepewności. Zgodnie z aktualnymi badaniami przedsiębiorstwa są w istotny sposób narażone na liczne ryzyka związane z niestabilnym otoczeniem biznesowym zarówno na poziomie pojedynczych krajów, jak i gospodarki światowej (Batra i Kalia, 2016). Z tej przyczyny analiza otoczenia przeniknęła do praktyki analitycznej przedsiębiorstw i stanowi jeden z kluczowych elementów controllingu strategicznego (Kochalski, 2016). W konsekwencji wysoka dynamika w otoczeniu makroekonomicznym przedsiębiorstw stanowi czynnik, który musi być brany pod uwagę podczas analizy rentowności.

Pomimo wysokiej wagi zależności pomiędzy zmianami czynników makroekonomicznych i rentownością przedsiębiorstw badania empiryczne w tym obszarze są nieliczne, a uzyskiwane wyniki często nie potwierdzają się wzajemnie. Ponadto spektrum badanych dotychczas zmiennych makroekonomicznych wydaje się niekompletne. Oznacza to, że występuje szereg potencjalnie istotnych zmiennych, które w ogóle nie były dotychczas przedmiotem badania w kontekście wpływu na rentowność przedsiębiorstw.

W odpowiedzi na występujące luki badawcze celem niniejszego rozdziału jest zbadanie zależności pomiędzy wyselekcjonowanymi zmiennymi makroekonomicznymi i rentownością przedsiębiorstw.

Cel osiągnięto dzięki badaniu empirycznemu. Badaniu poddano dane dla niepełna 6300 przedsiębiorstw, reprezentujących 21 sekcji wyszczególnionych w Polskiej Klasyfikacji Działalności (300 przedsiębiorstw \times 21 sekcji = 6300). Dane finansowe będące podstawą do obliczenia rentowności przedsiębiorstw pozyskano z bazy danych EMIS (*Emerging Markets Information Service*), a dane makroekono-

miczne z Banku Danych Makroekonomicznych. W analizie danych wykorzystano sieć neuronową, a konkretnie perceptron wielowarstwowy (*multi-layer perceptron* – MLP). Jako funkcję aktywacji wybrano tangens hiperboliczny. Przyjęto typ uczenia całym zbiorem (*batch*). W warstwie wejściowej zawarto trzy zmienne makroekonomiczne (stopa bezrobocia według BAEL, dochód realny do dyspozycji brutto i przeciętne miesięczne wynagrodzenie realne brutto). W warstwie wyjściowej zawarto zmienną celu, czyli rentowność netto aktywów. Nie wprowadzano żadnych ograniczeń dotyczących liczby neuronów w warstwie ukrytej. Aby określić ważności zmiennych i siłę ich wpływu na zmienną celu, dodatkowo wykonano analizę czułości (*sensitivity analysis*).

Uzyskane wyniki wskazują, że najważniejszą zmienną w kontekście kształtowania się rentowności netto aktywów przedsiębiorstw jest dynamika przeciętnego miesięcznego wynagrodzenia realnego brutto w gospodarce narodowej. Drugim najważniejszym czynnikiem wskazywanym przez badanie była stopa bezrobocia według BAEL. W tym zakresie niniejsze badanie stanowi potwierdzenie przeszłych badań. Najmniejszą ważnością charakteryzowała się dynamika dochodu realnego do dyspozycji brutto w sektorze gospodarstw domowych ogółem.

Rozdział jest podzielony na trzy podrozdziały. Podrozdział pierwszy prezentuje podstawy teoretyczne zależności pomiędzy warunkami makroekonomicznymi i rentownością przedsiębiorstw. Drugi podrozdział poświęcony jest metodycie badania empirycznego. Zaprezentowano w nim zarówno informacje o utworzonej sieci neuronowej, jak i operacjonalizację wykorzystanych w badaniu zmiennych oraz źródła danych. W trzecim podrozdziale przedstawiono rezultaty poznawcze. Rozdział wieńczy zakończenie.

5.1. Warunki makroekonomiczne a rentowność przedsiębiorstw

Za podstawowy cel funkcjonowania przedsiębiorstwa uważa się obecnie maksymalizację wartości dla interesariuszy (*stakeholder value creation*). Zgodnie z tą koncepcją występuje harmonia celów, która przejawia się tym, że interesy właścicieli mogą, a nawet muszą być łączone z interesami innych grup interesariuszy (Freeman, 2004). Wyłącznie takie połączenie celów wpływa długoterminowo na kreowanie wartości ze względu na to, że przedsiębiorstwo, działając w otoczeniu, jest od tego otoczenia uzależnione. Ignorowanie interesów interesariuszy prowadzi do osłabienia pozycji przedsiębiorstwa w długim okresie, a tym samym ogranicza możliwości maksymalizacji jego wartości.

Występuje szerokie spektrum czynników, które determinują możliwość kreowania wartości przez przedsiębiorstwo (Jensen, 2001; Rappaport, 1999). Choć lista

czynników wykazuje zmienność w zależności od cytowanej podstawy literaturowej, to jednak w większości przypadków ich zmienność jest uzależniona od decyzji zarządczych w obszarach operacyjnym, inwestycyjnym lub finansowym (Damodaran, 2007). Analiza występujących w literaturze podejść do nośników wartości prowadzi do konkluzji, że niektóre czynniki mają charakter podstawowy. Jest to z pewnością przypadek rentowności przedsiębiorstwa, która jest uznawana za jedną z kluczowych determinant wartości przedsiębiorstwa (Dang i in., 2019).

Ponieważ występuje pozytywna zależność pomiędzy rentownością przedsiębiorstwa i jego wartością, zagadnienie rentowności stanowi jeden z centralnych elementów w analizie ekonomicznej przedsiębiorstwa. Rentowność jest elementem, który jest analizowany przy większości działań operacyjnych, a także w trakcie tworzenia planów strategicznych, a racjonalnie zarządzane przedsiębiorstwa w większości przypadków dążą do jej poprawy. Na powyższe wskazuje również praktyka analityczna: „Zdolność do generowania zysku z zainwestowanego kapitału jest kluczowym wyznacznikiem ogólnej wartości spółki oraz wartości emitowanych przez nią papierów wartościowych. W związku z tym wielu analityków giełdowych uważałoby rentowność za kluczowy element swoich prac analitycznych” (Robinson i in., 2020).

W podstawowym rozumieniu rentowność odzwierciedla zwrot uzyskany przez firmę w danym okresie w odniesieniu do czynnika sprawczego. Wskaźniki rentowności zestawiają zwykle wyniki finansowe ze sprzedażą, aktywami, wartością kapitału własnego lub całkowitego kapitału zaangażowanego w przedsiębiorstwo. Analiza rentowności umożliwia więc ocenę działalności przedsiębiorstwa na wielu płaszczyznach, spośród których każda posiada swoją indywidualną charakterystykę.

Jedną z najistotniejszych miar rentowności jest rentowność aktywów, która kwantyfikuje zwrot uzyskany przez firmę ze wszystkich posiadanych aktywów. Jako wielkości finansowe zestawiane ze średnią wartością aktywów razem przyjmuje się zwykle zysk netto, zysk netto powiększony o koszty odsetek skorygowane o podatek dochodowy lub EBIT (Robinson i in., 2020). Niezależnie jednak od wyboru wielkości finansowej zestawianej z aktywami rentowność aktywów ma szczególne znaczenie dlatego, że zgodnie z literaturą przedmiotu za jeden z najistotniejszych czynników kreacji wartości należy uznać właśnie zdolność podmiotu do efektywnego zarządzania aktywami (Fiksel, 2003).

Zagadnienie rentowności jest szczególnie istotne w obliczu faktu, że na rentowność – samą w sobie – również oddziałuje szerokie spektrum czynników, w tym zarówno czynników wewnętrznych, jak i zewnętrznych względem przedsiębiorstwa. W odniesieniu do tych ostatnich należy natomiast zwrócić uwagę, że zgodnie z aktualnymi badaniami obecnie firmy są w radykalny sposób narażone na liczne zagrożenia związane z niestabilnym i niepewnym otoczeniem biznesowym zarówno na poziomie pojedynczych krajów, jak i gospodarki światowej (Batra i Kalia, 2016).

Zależność pomiędzy zmianami czynników makroekonomicznych oraz rentownością przedsiębiorstw jest relatywnie słabo zbadanym obszarem analizy ekono-

micznej. Występujący niedostatek zarówno rozważań o charakterze teoretycznym, jak i badań empirycznych stanowił jedną z przesłanek dla poświęcenia niniejszych badań temu zagadnieniu. Znajdujące się w tym obszarze dowody naukowe są stosunkowo nieliczne, a zaprezentowane w nich rezultaty poznawcze często niespójne ze sobą nawzajem. Wśród autorów zdaje się jednak przeważać pogląd, że czynniki makroekonomiczne stanowią istoty element kształtujący rentowność przedsiębiorstw, a dalsze badania w tym obszarze są ważne zarówno dla rozwoju teorii, jak i praktyki analitycznej.

Wyniki prowadzonych pod koniec lat 90. ubiegłego wieku badań w sektorze bankowym (Demirgüç-Kunt i Huizinga, 1999), wskazują na wpływ czynników makroekonomicznych na rentowność banków. Jak wynika z badań, rentowność banków jest determinowana przez charakterystykę banku, warunki makroekonomiczne, opodatkowanie, przepisy dotyczące gwarantowania depozytów, strukturę finansową oraz warunki prawne i otoczenie instytucjonalne. W badanej próbie większy stosunek aktywów banku do produktu krajowego brutto i niższy wskaźnik koncentracji rynku prowadziły do uzyskiwania niższych marż, a efekt ten wykazano, kontrolując w próbie różnice w działalności banków, dźwigni finansowej i otoczeniu makroekonomicznym. Banki zagraniczne realizowały wyższe marże i zyski niż banki krajowe w krajach rozwijających się, podczas gdy w krajach uprzemysłowionych sytuacja była odwrotna. Jako istotny element z punktu widzenia rentowności netto można również wskazać, że w badaniu ustalono, iż ciężar podatku dochodowego od osób prawnych jest w całości przenoszony na klientów banków (Demirgüç-Kunt i Huizinga, 1999).

Opublikowane po raz pierwszy w 1999 roku badania nad determinantami rentowności australijskich firm produkcyjnych sugerują z kolei, że istotnym wyznacznikiem bieżącego poziomu marż jest rentowność osiągnięta przez przedsiębiorstwo w okresie wcześniejszym (McDonald, 1999). Ponadto w badaniach stwierdzono, że występuje pozytywna zależność pomiędzy stopniem koncentracji branży a realizowanymi w jej ramach marżami. W tym samym duchu stwierdzono, że realizowane marże są procykliczne w branżach wykazujących wysoki stopień koncentracji i acykliczne w branżach mniej skoncentrowanych.

Późniejsze badania prowadzone w Grecji (Asimakopoulos i in., 2009) i stanowiące próbę określenia determinant rentowności greckich firm z sektorów innych niż finansowy i notowanych na giełdzie ateńskiej pozwoliły ustalić, że na rentowność firmy pozytywny wpływ ma jej wielkość, realizowany wzrost sprzedaży i czynione inwestycje prorozwojowe. Z kolei negatywny wpływ został zaobserwowany w przypadku istotnych zmian makroekonomicznych. W badaniu stwierdzono, że przystąpienie do Unii Gospodarczej i Walutowej oraz wprowadzenie euro w Grecji miało negatywny wpływ na rentowność przedsiębiorstw.

Kolejne badanie koncentrujące się na sektorze bankowym (Khravish, 2011) w pierwszej kolejności zaoferowało wyraźny podział na czynniki wewnętrzne i ze-

wewnętrzne determinujące rentowność banków, a następnie jedno i drugie poddało analizie. Z punktu widzenia niniejszych rozważań istotnym wynikiem było stwierdzenie występowania istotnej i ujemnej zależności pomiędzy wskaźnikiem ROA i roczną stopą wzrostu Produktu Krajowego Brutto (PKB) oraz stopą inflacji.

W dalszych badaniach nad sektorem bankowym (Sufian, 2009; Sufian i Noor, 2012) wskazano, że tempo wzrostu gospodarczego ma negatywny wpływ na rentowność malezyjskich banków, podczas gdy wyższa inflacja ma wpływ pozytywny. Określono następnie, że występuje zależność pomiędzy zmiennymi wewnętrznymi (ryzyko kredytowe, przynależność do sieci, poziom kosztów operacyjnych, płynność finansowa i wielkość przedsiębiorstwa) a rentownością banków, przy czym zależność ta jest moderowana przez kraj pochodzenia banku.

Badania w tym obszarze były również prowadzone w Polsce, na próbie dystrybutorów rolnych w okresie 2006–2016. W toku analizy zidentyfikowano zarówno zmienne na poziomie przedsiębiorstwa, jak i zmienne niezależne od przedsiębiorstwa, które w sposób istotny wpływają na jego rentowność. W tej drugiej grupie zmiennych wykazano istotny pozytywny wpływ udziału w rynku, ceny zbóż i stopy bezrobocia (Korneta, 2019).

W kontekście zmienności gospodarki za istotne należy ponadto uznać badania nad rentownością prowadzone w obrębie sektora turystycznego. W badaniach tych wykazano, że zarówno występowanie kryzysów na poziomie kraju (na przykład ataków terrorystycznych), jak i kryzysów międzynarodowych ma istotne znaczenie dla rentowności przedsiębiorstw (Sami i Mohamed, 2014).

Kolejne badania, prowadzone również w sektorze bankowym, potwierdziły znaczenie zmiennych makroekonomicznych dla kształtowania się poziomu rentowności banków na przykładzie banków specjalizujących się w finansowaniu nieruchomości (*real estate bank*). W wyniku badania 108 banków z USA, Wielkiej Brytanii i Niemiec w okresie 2000–2014 stwierdzono, że istotny wpływ na rentowność mają indeks Lerner, zmienność stóp procentowych i poziom PKB (Martins i in., 2019).

Późniejsze badania prowadzone na próbie przedsiębiorstw sektora bankowego potwierdziły znaczenie zmiennych makroekonomicznych dla rentowności tych podmiotów (Karadzic i Dalovic, 2021). W wyniku badań przeprowadzonych na próbie 47 banków z 14 europejskich krajów w latach 2013–2018 stwierdzono, że tempo wzrostu PKB, stopa inflacji i koncentracja rynku mają pozytywny wpływ na rentowność banków.

Pomimo dowodów naukowych wskazujących na istotne znaczenie zmiennych makroekonomicznych dla rentowności przedsiębiorstw występują również badania wskazujące na brak istotnej zależności (Bolarinwa i in., 2021). Ze względu na występujący rozdźwięk pomiędzy wynikami badań empirycznych, zagadnienie to wymaga dalszych badań.

W tym miejscu należy również odnieść się do zróżnicowania zakresu podmiotowego w analizowanych badaniach. Uprzednie badania wykazywały istotnie zróżni-

cowanie w tym zakresie. Występowały zarówno badania, w których w skład próby badawczej wchodziły przedsiębiorstwa wszystkich sektorów, jak i takie, które były skoncentrowane na specyficie konkretnych sektorów lub pojedynczego sektora.

W odniesieniu do pierwszej grupy – obejmującej ogół przedsiębiorstw – w badaniach prowadzonych w Indiach wybrano w sposób losowy 50 spośród firm notowanych na Giełdzie Papierów Wartościowych w Bombaju i nie różnicowano badanych efektów ze względu na przynależność sektorową przedsiębiorstw (Batra i Kalia, 2016). Wybór grupy sektorów, podyktowany ich znaczeniem dla krajowej gospodarki, był z kolei istotnym elementem badań nad rentownością prowadzonych w Chorwacji, w których to badaniach wyselekcjonowano następujące sektory: rolnictwo, produkcja, budownictwo i handel (Kristic i in., 2020). Badania koncentrujące się na specyficie konkretnych sektorów obejmowały przede wszystkim sektor budownictwa (Skuflic i in., 2018), sektor turystyczny (Sami i Mohamed, 2014), czy sektor rolniczy (de Souza jun. i in., 2021). Zagadnienie to jest o tyle istotne, że uprzednie badania wskazują zmienne na poziomie sektora (*industry-specific factors*) mogą mieć istotne znaczenie przy badaniu rentowności przedsiębiorstw (Bolarinwa i in., 2021), czego przykładem może być branża hotelarska, dla której rentowności kluczowe znaczenie ma między innymi atrakcyjność regionu turystycznego (Sami i Mohamed, 2014).

Wszystkie powyższe rozważania prowadzą do następujących konkluzji. Rentowność jest jedną z najważniejszych determinant wzrostu wartości przedsiębiorstwa, a rentowność netto aktywów jest jednym z najważniejszych wskaźników rentowności ze względu na kluczową rolę zdolności podmiotów do efektywnego zarządzania aktywami. Jednocześnie, na rentowność wpływa cały szereg czynników wewnętrznych i zewnętrznych względem przedsiębiorstwa, przy czym w odniesieniu do czynników zewnętrznych występuje istotna luka badawcza. Dowody naukowe w tym obszarze są nieliczne, a uzyskiwane wyniki nie potwierdzają się wzajemnie. Co więcej – spektrum badanych zmiennych makroekonomicznych nie wydaje się wyczerpujące, co oznacza, że występuje szereg istotnych zmiennych mierzonych na poziomie całej gospodarki, które w ogóle nie były dotychczas przedmiotem badania. Stąd badanie zależności pomiędzy rentownością przedsiębiorstw i czynnikami makroekonomicznymi należy uznać za ważne zarówno dla rozwoju teorii, jak i praktyki analitycznej.

5.2. Metodyka badania

Badanie empiryczne zostało przeprowadzone na bazie aktualnych danych dotyczących wybranych zmiennych makroekonomicznych oraz rentowności przedsiębiorstw. Przedmiotem badania była zależność pomiędzy wybranymi zmiennymi makroekonomicznymi a rentownością przedsiębiorstw.

W celu obliczenia rentowności przedsiębiorstw wyselekcjonowano jeden wskaźnik, tj. rentowność netto aktywów (ROA). W odniesieniu do miar rentowności dotychczasowe badania wykorzystywały zróżnicowane wskaźniki, natomiast w toku studiów literaturowych zidentyfikowano badania bazujące na wskaźniku ROA i wskazujące na jego szczególną użyteczność (Alarussi i Gao, 2021; Kundid i in., 2011; Misra, 2015). W niniejszym badaniu wskaźnik obliczono jako (Mikołajewicz i Nowicki, 2021):

$$\text{Rentowność netto aktywów (ROA)} = \text{zysk netto} / \text{średnia wartość aktywów razem} \quad (1)$$

Nie ma oczywiście pojedynczej instytucji, która określałaby dokładne wzory do obliczania wskaźników. Formuły obliczeniowe często różnią się w zależności od wyboru konkretnego analityka lub wybranej bazy danych. Liczba różnych wariantów wskaźników, które można stworzyć, jest praktycznie nieograniczona. Stąd w niniejszym artykule posłużono się jedną z najczęściej wykorzystywanych formuł obliczeniowych, akceptowaną dodatkowo przez CFA Institute (Robinson i in., 2020). W tym podejściu wskaźnik ROA mierzy zwrot uzyskany przez firmę ze wszystkich posiadanych aktywów. Im wyższy wskaźnik, tym większy dochód generuje dany poziom aktywów.

Jako zmienne makroekonomiczne wyselekcjonowano trzy zmienne zaklasyfikowane jako kluczowe z punktu widzenia filaru Polskiego Ładu „Uczciwa praca – godna płaca” (tj. takie zmienne, na które w pierwszej kolejności wpływ wywierała realizacja założeń tego filaru)¹. Wybrano następujące zmienne:

- stopa bezrobocia według BAEL (w %) [dalej: bezrobocie],
- dochód realny do dyspozycji brutto w sektorze gospodarstw domowych ogółem (dynamika w %) [dalej: dochód],
- przeciętne miesięczne wynagrodzenie realne brutto w gospodarce narodowej (dynamika w %) [dalej: wynagrodzenie].

Wszystkie dane oczyszczono z obserwacji odstających. W tym celu wykorzystano rozstęp kwartyłowy – IQR (Spatz, 2011) oraz przyjęto, że obserwacja odstająca to taka, która ma wartość większą niż wartość pierwszego kwartyła powiększona 150% wartości rozstępu kwartyłowego lub mniejszą niż wartość trzeciego kwartyła pomniejszona o 150% wartości rozstępu kwartyłowego (Hogan i Evalenko, 2006). Obserwacje odstające zostały wyeliminowane z próby.

¹ Polski Ład wszedł w życie z początkiem roku 2022 i miał znaczący wpływ na polską rzeczywistość gospodarczą. Jako plan odbudowy polskiej gospodarki po pandemii COVID-19 ma za zadanie zmniejszyć nierówności społeczne i stworzyć lepsze warunki do życia dla wszystkich obywateli. Osiągnięcie tych celów będzie możliwe między innymi dzięki realizacji założeń przyjętych w ramach poszczególnych filarów Polskiego Ładu i wpływających na warunki, w których funkcjonują przedsiębiorstwa (Serwis Rzeczypospolitej Polskiej, 2021).

W celu analizy danych wykorzystano sieć neuronową, a konkretnie perceptron wielowarstwowy (*multi-layer perceptron* – MLP). W warstwie wejściowej zawarto wszystkie badane zmienne makroekonomiczne (bezrobocie, dochód i wyngrodzenie). W warstwie wyjściowej zawarto zmienną celu, czyli rentowność netto aktywów. Wszystkie zmienne zostały przekształcone, tj. skorygowane i znormalizowane. Zastosowano taką formę przekształcenia, gdyż jako funkcję aktywacji wybrano tangens hiperboliczny.

Z braku możliwości interpretacji wyniku działania sieci do określenia ważności zmiennych i siły ich wpływu na zmienną celu dodatkowo wykonana została analiza czułości (*sensitivity analysis*). Podział na zbiory: uczący, testowy i walidacyjny został wykonany w sposób automatyczny. Nie wprowadzono żadnych ograniczeń dotyczących liczby neuronów w warstwie ukrytej. Podstawą uczenia sieci neuronowej jest algorytm, który jest nazywany algorytmem wstecznej propagacji błędu. W niniejszej analizie przyjęto typ uczenia całym zbiorem (*batch*), w którym aktualizacja wag odbywa się na podstawie informacji uzyskanych z całego zbioru danych. Jest to typ uczenia, których polecany jest dla małych zbiorów danych. Wykorzystano oprogramowanie IBM SPSS.

Dane makroekonomiczne pozyskano z Banku Danych Makroekonomicznych, a dane finansowe, będące podstawą do obliczenia rentowności przedsiębiorstw, z bazy danych EMIS (*Emerging Markets Information Service*). Wykorzystane źródło danych zapewnia dostęp do danych finansowych dla 682 tys. spółek zarejestrowanych w Polsce, w tym zarówno spółek dużych, średnich, jak i małych (EMIS, 2022). Uwzględnienie tych ostatnich było o tyle istotne, że to właśnie one są szczególnie wrażliwe na zmiany makroekonomiczne. Wyniki badań Głównego Urzędu Statystycznego wskazują, że: „wśród jednostek małych w lipcu najczęstsza była opinia, że przy utrzymaniu obostrzeń firmy są w stanie przetrwać 2–3 miesiące (32,1%), natomiast wśród jednostek średnich i dużych, że powyżej 6 miesięcy (odpowiednio 38,8% i 57,1%)” (Główny Urząd Statystyczny, 2020).

W badaniu zebrano dane dla niemal 6300 przedsiębiorstw. Wartość ta została uzyskana jako iloczyn 21 sekcji wyszczególnionych w Polskiej Klasyfikacji Działalności oraz 300 przedsiębiorstw w każdej sekcji ($300 \times 21 = 6300$). Z kolei liczbę przedsiębiorstw w każdym sektorze, dla których pozyskano dane, określono na bazie wymogów statystycznych, gdzie przy współczynniku z-alfa równym 1,65 oraz błędzie szacunku równym 5% preferowana wielkość próby to 272 obserwacje. Na potrzeby badania wielkość tę zaokrąglono do 300.

Finalna liczba obserwacji była nieco niższa niż 6300, co było spowodowane specyfiką badania panelowego (Dańska-Borsiak, 2009) oraz niepełną reprezentacją (poniżej 300 przedsiębiorstw) niektórych sekcji PKD. Zakres przestrzenny badania objął Polskę, a zakres czasowy lata 2004–2020.

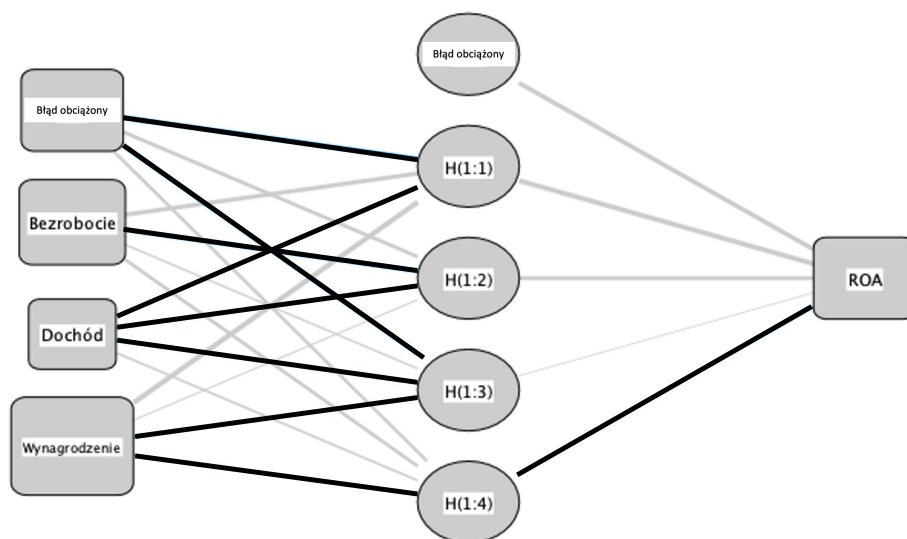
5.3. Rezultaty poznawcze

Zaprezentowane poniżej rezultaty poznawcze zostały uzyskane dzięki wykorzystaniu sieci neuronowej do badania związku pomiędzy wybranymi zmiennymi makroekonomicznymi (bezrobocie, dochód i wynagrodzenie) i rentownością przedsiębiorstw (mierzoną wskaźnikiem ROA). Podstawowe informacje o sieci zebrano w tabeli 1.

Tabela 1. Informacje o sieci

Warstwa wejściowa	współzmiennie	1	bezrobocie
		2	dochód
		3	wynagrodzenie
	przeskalowanie współzmiennych		skorygowane znormalizowane
Warstwa ukryta	liczba warstw ukrytych		1
	liczba neuronów w warstwie ukrytej		4
	funkcja aktywacji		tangens hiperboliczny
Warstwa wyjściowa	liczba zmiennych zależnych	1	ROA
	metoda przeskalowania		znormalizowane
	funkcja aktywacji		identity
	funkcja błędu		suma kwadratów

Źródło: na podstawie wyników analizy.



Wykres 1. Model sieci neuronowej

Źródło: na podstawie wyników analizy.

Utworzona sieć oprócz warstwy wejściowej i wyjściowej składała się więc z pojedynczej warstwy ukrytej, w której znalazły się cztery neurony. Zarówno w warstwie wejściowej, jak i ukrytej pojawiły się błędy obciążone. Na wykresie 1 zaprezentowano schemat sieci neuronowej, poprzez szare linie znaczone wagi synaptyczne większe od zera, a poprzez linie czarne wagi synaptyczne mniejsze od zera.

Jako zasadę zatrzymania procesu uczenia się sieci przyjęto wykonanie kolejnego powtórzenia bez spadku wartości obliczanego błędu. W rezultacie błąd relatywny dla zbioru treningowego wyniósł 11,5%, a dla zbioru testowego 8,2%. Dokładna charakterystyka estymowanych parametrów została zaprezentowana w tabeli 2.

Tabela 2. Oszacowane parametry

Predyktor		Wartości predykowane				
		Warstwa ukryta 1				Warstwa wyjściowa
		H(1:1)	H(1:2)	H(1:3)	H(1:4)	ROA
Warstwa wejściowa	błąd obciążony	-2,338	0,663	-0,472	0,481	
	bezrobocie	1,616	-0,875	0,162	0,497	
	dochód	-0,039	-0,344	-0,389	0,309	
	wynagrodzenie	2,933	0,070	-0,318	-0,138	
Warstwa ukryta	błąd obciążony					1,635
	H(1:1)					2,526
	H(1:2)					0,716
	H(1:3)					0,003
	H(1:4)					-0,274

Źródło: na podstawie wyników analizy.

Ponieważ rezultaty uzyskiwane w wyniku analizy prowadzonej z wykorzystaniem sieci neuronowej nie pozwalają bezpośrednio na wskazanie zależności pomiędzy zmiennymi warstwy wejściowej i zmiennymi warstwy wyjściowej, wykonano analizę wrażliwości. Analiza ta pozwoliła na wskazanie ważności (*importance*) pojedynczych zmiennych warstwy wejściowej. Wyniki zaprezentowano w tabeli 3.

Tabela 3. Ważność zmiennych niezależnych

Wyszczególnienie	Ważność	Znormalizowana ważność (%)
Bezrobocie	0,345	60,3
Dochód	0,081	14,1
Wynagrodzenie	0,573	100,0

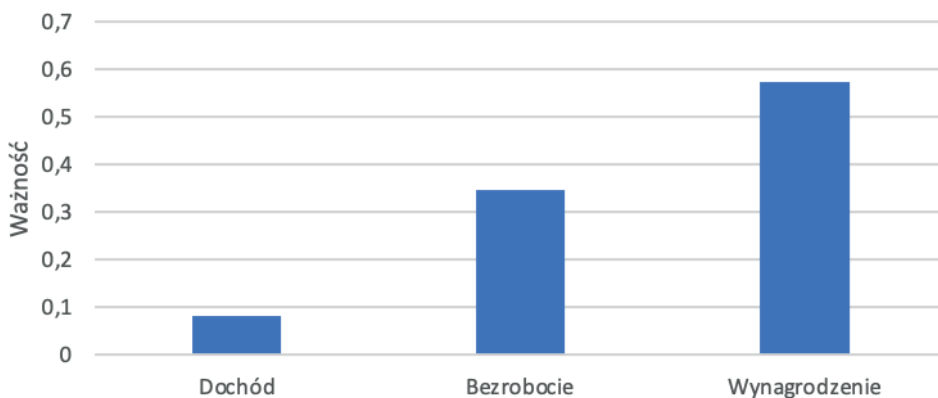
Źródło: na podstawie wyników analizy.

Przeprowadzona analiza wskazuje, że najważniejszą zmienną w kontekście kształtowania się rentowności netto aktywów przedsiębiorstw jest dynamika przeciętnego miesięcznego wynagrodzenia realnego brutto w gospodarce narodowej. Uzyskana wysoka ważność tego czynnika dla kształtowania się rentowności przedsiębiorstw wydaje się merytorycznie uzasadniona, dlatego że wynagrodzenia są jednym z podstawowych kosztów ponoszonych przez przedsiębiorstwa, a tym samym silnie kształtują poziom osiąganego zysku, a w dalszej kolejności również poziom wskaźnika ROA.

Drugim najważniejszym czynnikiem wskazywanym przez badanie była stopa bezrobocia według BAEL. W tym zakresie niniejsze badanie stanowi potwierdzenie przeszłych badań prowadzonych na rynku polskim, które wskazywały na istotny wpływ stopy bezrobocia dla rentowności przedsiębiorstw (Korneta, 2019). Należy przy tym wyraźnie wskazać, że przeciętne miesięczne wynagrodzenie i stopa bezrobocia są zmiennymi wykazującymi wzajemne zależności. Jest to zjawisko dobrze rozpoznane w literaturze przedmiotu na gruncie modelu negocjacji (*bargaining model*) oraz modelu płac efektywnych (*effective wages model*) (Seputiene, 2011). Stopa bezrobocia oddziałuje na przeciętne miesięczne wynagrodzenie, a tym samym pośrednio oddziałuje na koszty ponoszone przez przedsiębiorstwa, a następnie na wskaźnik ROA.

Najmniejszą ważnością charakteryzowała się dynamika dochodu realnego do dyspozycji brutto w sektorze gospodarstw domowych ogółem. Na gruncie teorii co prawda zwiększenie tego dochodu może przekładać się na zwiększoną konsumpcję (w części niepoświęconej na oszczędności), a tym samym na poziom cen, a następnie wysokość przychodów ze sprzedaży realizowanych przez przedsiębiorstwa. Natomiast wyniki empiryczne sugerują, że efekt ten jest relatywnie słaby.

Wyniki dotyczące ważności pojedynczych zmiennych zaprezentowano również w formie graficznej na wykresie 2.



Wykres 2. Ważność zmiennych niezależnych

Źródło: na podstawie wyników analizy.

Uzyskane wyniki stanowią wkład do badań nad zależnością pomiędzy zmiennymi makroekonomicznymi i rentownością przedsiębiorstw. Wyselekcjonowane do badania zmienne w większości nie były dotychczas przedmiotem analizy, a tym samym niniejsze badanie stanowi próbę częściowego wypełnienia istniejącej luki badawczej.

Zakończenie

Celem niniejszego rozdziału było zbadanie zależności pomiędzy wyselekcjonowanymi zmiennymi makroekonomicznymi i rentownością przedsiębiorstw. Zmienne makroekonomiczne objęły: stopę bezrobocia według BAEL, dochód realny do dyspozycji brutto w sektorze gospodarstw domowych ogółem oraz przeciętne miesięczne wynagrodzenie realne brutto w gospodarce narodowej. Jako miarę rentowności przyjęto jeden wskaźnik, tj. rentowność netto aktywów (ROA).

Uzyskane wyniki potwierdziły, że zmienne makroekonomiczne mogą mieć istotne znaczenie dla rentowności przedsiębiorstw. Wyniki wskazują, że najważniejszą zmienną w kontekście kształtowania się wskaźnika ROA była dynamika przeciętnego miesięcznego wynagrodzenia realnego brutto w gospodarce narodowej. Wynik ten zinterpretowano, wskazując, że koszty związane z wynagrodzeniami są jednymi z najważniejszych kosztów ponoszonych przez przedsiębiorstwa, a tym samym kształtują poziom osiąganego zysku i wskaźnik ROA. Następnie uzyskane wyniki wskazywały, że drugim pod względem ważności czynnikiem była stopa bezrobocia według BAEL. Na gruncie modelu negocjacji oraz modelu płac efektywnych wskazano, że stopa bezrobocia koreluje z przeciętnym miesięcznym wynagrodzeniem, a tym samym pośrednio oddziałuje na wskaźnik ROA. Najmniejszą ważnością charakteryzowała się dynamika dochodu realnego do dyspozycji brutto w sektorze gospodarstw domowych ogółem. Teoretyczny sposób oddziaływania dochodów realnych na przychody ze sprzedaży przedsiębiorstw nie został więc potwierdzony.

W badaniu empirycznym wykorzystano sieć neuronową, a konkretnie perceptron wielowarstwowy. Jako funkcję aktywacji wybrano tangens hiperboliczny. Przyjęto typ uczenia całym zbiorem. Badaniu poddano dane dla niespełna 6300 przedsiębiorstw.

Uzyskane wyniki zarówno stanowią wkład w rozwój badań nad zależnością pomiędzy zmiennymi makroekonomicznymi i rentownością przedsiębiorstw, jak i mogą być wykorzystywane w praktyce gospodarczej. W tym drugim przypadku znajomość wpływu zmian w makrootoczeniu na rentowność przedsiębiorstwa może zarówno poprawiać jakość prognostycznego modelowania finansowego, jak i pomagać w interpretacji ewentualnych odchyień w obszarze rentowności, co z kolei ma znaczenie dla planowania finansowego, bieżącego zarządzania, controllingu i oceny funkcjonowania przedsiębiorstwa.

Pomimo że zakładany cel badań został osiągnięty, badania w tym obszarze powinny być dalej prowadzone. Za szczególnie istotne należy uznać dalsze poszerzenie spektrum zmiennych makroekonomicznych, które potencjalnie oddziałują na rentowność przedsiębiorstw. Ważnym aspektem przyszłych badań może być ponadto testowanie zależności w odniesieniu do innych miar rentowności przedsiębiorstwa, a także przeniesienie badań na inne obszary analizy finansowej, na przykład płynność finansową.

Bibliografia

- Alarussi, A. i Gao, X. (2021). Determinants of profitability in Chinese companies. *International Journal of Emerging Markets*. <https://doi.org/10.1108/IJOEM-04-2021-0539>
- Asimakopoulou, I., Samitas, A. i Papadogonas, T. (2009). Firm-specific and economy wide determinants of firm profitability: Greek evidence using panel data. *Managerial Finance*, 35(11), 930–939.
- Batra, R. i Kalia, A. (2016). Rethinking and redefining the determinants of corporate profitability. *Global Business Review*, 17(4), 921–933. <https://doi.org/10.1177/0972150916645695>
- Bolarinwa, S., Akinlo, A. i Onyekwelu, U. (2021). Determinants of firm profitability in Africa. *Global Business Review*. <https://doi.org/10.1177/09721509211046336>
- Damodaran, A. (2007). *Corporate finance. Theory and practice*. Wiley.
- Dang, H. N., Vu, V. T. T., Ngo, X. T. i Hoang, H. T. V. (2019). Study the impact of growth, firm size, capital structure, and profitability on enterprise value: Evidence of enterprises in Vietnam. *Journal of Corporate Accounting and Finance*, 30, 144–160. <https://doi.org/10.1002/jcaf.22371>
- Dańska-Borsiak, B. (2009). Zastosowania panelowych modeli dynamicznych w badaniach mikroekonomicznych i makroekonomicznych. *Przegląd Statystyczny*, 2, 25–41.
- de Souza Jr., W., da Silva, A. i Araujo, M. (2021). Determinants of operational profitability of Brazilian agricultural cooperatives. *Custos e Agronegocio Online*, 16, 57–72.
- Demirgüç-Kunt, A. i Huizinga, H. (1999). Determinants of commercial bank interest margins and profitability: Some international evidence. *The World Bank Economic Review*, 13(2), 379–408.
- EMIS. (2022). *EMIS dla Uczelni. Dostęp do kluczowych informacji o rynkach wschodzących dla instytucji akademickich*. <https://info.emis.com/dlauczelni>.
- Fiksel, J. (2003, June). *Revealing the value of sustainable development*. *Corporate Strategy Today*, 28–36.
- Freeman, R. (2004). The stakeholder approach revised. *Zeitschrift für Wirtschafts – und Unternehmensethik*, 5(3), 228–241.
- Główny Urząd Statystyczny. (2020, lipiec). *Koniunktura w przetwórstwie przemysłowym, budownictwie, handlu i usługach 2000–2020*. GUS.
- Hogan, T. i Evalenko, K. (2006). The elusive definition of outliers in introductory statistics textbooks for behavioural science. *Teaching of Psychology*, 33(4), 252–256.
- Jensen, M. (2001). Value maximization, stakeholder theory, and the corporate objective function. *Journal of Applied Corporate Finance*, 14(3), 235–256.

- Karadzic, V. i Dalovic, N. (2021). Profitability determinants of big European banks. *Journal of Central Banking Theory and Practice*, 10(2), 39–56.
- Khrawish, H. A. (2011). Determinants of commercial banks performance: Evidence from Jordan. *International Research Journal of Finance and Economics*, 81, 148–159.
- Kochalski, C. (2016). Analiza otoczenia. W: C. Kochalski (red.), *Zielony controlling i finanse. Podstawy teoretyczne* (s. 121–124). Wydawnictwo C.H. Beck.
- Korneta, P. (2019). Determinants of sales profitability for Polish agricultural distributors. *International Journal of Management and Economics*, 55(1), 1–12.
- Kristic, I., Druzic, M. i Logarusic, M. (2020). Determinants of firm profitability in eastern Croatia. W: M. Simic i B. Crnkovic (red.), *9th International scientific symposium. Region-Entrepreneurship-Development* (s. 421–442). EconPapers.
- Kundid, A., Škrabić, B. i Ercegovac, R. (2011). Determinants of bank profitability in Croatia. *Croatian Operational Research Review*, 2, 168–182.
- Martins, A., Serra, A. i Stevenson, S. (2019). Determinants of real estate bank profitability. *Research in International Business and Finance*, 49, 282–300.
- McDonald, J. (1999). The determinants of firm profitability in Australian manufacturing. *The Economic Record*, 75(229), 115–126.
- Mikołajewicz, G. i Nowicki, J. (2021). *Analiza finansowa przedsiębiorstwa z elementami zrównoważonego rozwoju*. Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu.
- Misra, S. (2015). Determinants of bank profitability in India. *International Journal of Indian Culture and Business Management*, 10(2), 193–211.
- Rappaport, A. (1999). *Wartość dla akcjonariuszy. Poradnik menedżera i inwestora*. WIG-Press.
- Ratajczak, P. (2016). Mierniki i wskaźniki w controllingu ekologicznym. W: C. Kochalski (red.), *Zielony controlling i finanse. Podstawy teoretyczne* (s. 203–226). Wydawnictwo C.H. Beck.
- Robinson, T., Greuning, H., Henry, E. i Broihahn, M. (2020). *International financial statement analysis*. CFA Institute Investment Series. Wiley.
- Sami, B. i Mohamed, G. (2014). Determinants of tourism hotel profitability in Tunisia. *Tourism and Hospitality Research*, 14(4), 163–175. <https://doi.org/10.1177/1467358414543970>
- Seputiene, J. (2011). The estimation of the relationship between wages and unemployment in the European Union. *International Journal of Social Sciences and Humanity Studies*, 3(2), 277–285.
- Serwis Rzeczypospolitej Polskiej. (2021). *Polski Ład*. <https://www.gov.pl/web/polski-lad>
- Skufflic, L., Mlinaric, D. i Druzic, M. (2018). Determinants of construction sector profitability in Croatia. *Zbornik Radova Ekonomskog Fakulteta u Rijeci*, 36(1), 337–354. <https://doi.org/10.18045/zbfri.2018.1.337>
- Spatz, C. (2011). *Basic statistics. Tales of distribution*. Cengage Learning.
- Sufian, F. (2009). Factors influencing bank profitability in a developing economy empirical evidence from Malaysia. *Global Business Review*, 10(2), 225–241.
- Sufian, F. i Noor, M. A. N. (2012). Determinants of bank performance in a developing economy does bank origins matters? *Global Business Review*, 13(1), 1–23.