

ANYSZ Hubert, IBADOV Nabi, WIELĄDEK Paweł

## **ANALIZA MOŻLIWOŚCI PROGNOZOWANIA WYNIKÓW FINANSOWYCH PRZEDSIĘBIORSTW W SEKTORZE BUDOWNICTWA ZA POMOCĄ SZTUCZNYCH SIECI NEURONOWYCH MLP**

### *Streszczenie*

*W artykule przeanalizowano potrzeby potencjalnych użytkowników prognoz wyników ekonomicznych polskiej gospodarki w sektorze budownictwa, a w szczególności prognoz danych dotyczących wielkości produkcji budowlano-montażowej oraz wyników przedsiębiorstw. Zaproponowano budowę sztucznej sieci neuronowej, jednokierunkowej z algorytmem wstecznej propagacji błędu, dla której dane wejściowe oraz wyjściowe zaczerpnięto z publikacji GUS. Obliczenia wykonano programem STATISTICA 10. Przedstawiono wyniki otrzymanych prognoz, a także przedyskutowano ich dokładność i związaną z tym przydatność dla w/w potencjalnych użytkowników. Określono także kierunki dalszych badań i modyfikacji sieci w celu zwiększenia precyzji prognoz.*

### **WSTĘP**

Istnieją sektory gospodarki, których w małym stopniu dotyczy sezonowość sprzedaży np. branża elektroniczna, przemysł papierniczy. Budownictwo jest jedną z tych dziedzin, na którą bardzo duży wpływ mają warunki atmosferyczne. Firmy globalne np. z branży farmaceutycznej właśnie poprzez globalizację uniezależniają się w pewnym stopniu od wpływów sezonowości (największa sprzedaż leków jest w okresie jesienno-zimowym, który występuje na półkuli północnej w miesiącach od października do marca, a na półkuli południowej od kwietnia do września). W niniejszym artykule zawarto analizę dotyczącą spółek z branży budowlanej w Polsce, które zobowiązane są składać sprawozdania do Głównego Urzędu Statystycznego i nawet, jeśli są to oddziały globalnych koncernów, to sprawozdania, których syntetyczne wyniki publikowane są w Biuletynie Statystycznym, dotyczą jedynie ich polskich części, prowadzących rachunkowość wg obowiązujących w Polsce standardów. Wynika z powyższego, a także z usytuowania Polski w strefie umiarkowanego klimatu, iż budownictwo jest dziedziną, na której wyniki finansowe (w tym sprzedaż i zysk) znacząco wpływają warunki atmosferyczne. Na ten wpływ składają się zarówno pory roku, jak i zmienność warunków atmosferycznych podczas trwania określonej pory roku, w różnych latach. O ile wpływ pór roku jest wyraźnie widoczny w wynikach kwartalnych spółek w sektorze budownictwa (najniższe w pierwszym kwartale), o tyle zmienność warunków atmosferycznych jest jednym z wielu czynników mających wpływ na wyniki w budownictwie w danym kwartale. Inne czynniki to np.:

– produkcja sprzedana przemysłu,

- wskaźnik cen towarów i usług konsumpcyjnych,
- wskaźnik cen nakładów inwestycyjnych i produkcji budowlano montażowej,
- wyniki finansowe przedsiębiorstw ogółem,
- podaż pieniądza,
- liczba pracujących w sektorze przedsiębiorstw,
- liczba pracujących w sektorze budownictwa,
- stopa redyskontowa weksli
- stopa oprocentowania rachunków bieżących przedsiębiorstw,
- stopa bezrobocia,
- produkt krajowy brutto.

Podjęcie się prognozy dotyczącej wyników (sprzedaży i zysków) w sektorze budownictwa w kolejnym kwartale, czy kolejnym roku, uwzględniając wielość czynników i ich wzajemne zależności, bez użycia sztucznych sieci neuronowych jest zadaniem bardzo trudnym. Narzędzie matematyczne jakim są sztuczne sieci neuronowe może znacząco ułatwić prognozowanie wyników sektora budownictwa.

## **1. POTRZEBA I PRZYDATNOŚĆ PROGNOZ WYNIKÓW FINANSOWYCH PRZEDSIĘBIORSTW W SEKTORZE BUDOWNICTWA**

Prognozami wyników sektora budownictwa mogą być zainteresowane następujące grupy:

- inwestorzy branżowi i finansowi,
  - właściciele i zarządy firm planujących rozbudowę swych zakładów,
  - kontrahenci przedsiębiorstw budowlanych,
  - zarządy przedsiębiorstw budowlanych,
  - publiczni zamawiający usługi budowlane, czy dostawy materiałów budowlanych
- Wyodrębnione powyżej grupy nie są rozłączne (np. publiczny zamawiający usługi budowlane jest kontrahentem wykonawcy), jednak każda z powyższych grup ma pewną odrębną specyfikę, przez pryzmat której, ważność prognoz została opisana poniżej.

### **1.1. Inwestorzy branżowi i finansowi**

#### **Inwestorzy branżowi**

Inwestorami branżowymi zwykle są przedsiębiorstwa (lub osoby fizyczne) zakorzenieni w branży tj. posiadający już własne przedsiębiorstwa operujące w budownictwie, czy też w przemyśle materiałów budowlanych. Przy planowaniu przejęcia innych firm, lub sprzedaży zorganizowanej części swojego przedsiębiorstwa bardzo istotny jest moment dokonywania transakcji. Sprzedaż w okresie koniunktury w budownictwie i zakup w okresie spadków zysków oraz przychodów przedsiębiorstw, to naturalna, przynosząca korzyści strategia. Prognozy wyników przedsiębiorstw sektora budownictwa są więc w tym przypadku kluczowe.

#### **Inwestorzy finansowi**

Inwestorzy finansowi (osoby fizyczne, fundusze inwestycyjne, venture capital, firmy inwestujące w aktywa w postaci udziałów w funduszach inwestycyjnych, czy akcji) są żywotnie zainteresowani jaka będzie przyszłość posiadanych przez nich papierów wartościowych – w całości lub częściowo – opartych na inwestycjach w branżę budowlaną. Czy ich wartość będzie spadać, czy rosnać? Podobnie istotne będą prognozy dla inwestorów planujących zakup papierów wartościowych, których częścią składową są udziały lub akcje przedsiębiorstw budowlanych.

## **1.2. Właściciele i zarządy firm planujących rozbudowę swych zakładów**

Każde przedsiębiorstwo (nie tylko z branży budowlanej) jest zainteresowane, by osiągnąć zamierzone cele inwestycyjne przeznaczając na to jak najmniejsze kwoty. Wydatki inwestycyjne nie są kosztem dla przedsiębiorstwa, realizowane są z wypracowanego zysku (lub przyszłych zysków, jeśli zaciągany jest kredyt). Drugą przesłanką dążności przedsiębiorstw do jak najtańszego zrealizowania inwestycji jest skrócenie okresu zwrotu poniesionych nakładów inwestycyjnych. Trzecią, niższe koszty obsługi kredytu, o ile takowy został zaciągnięty na inwestycję.

## **1.3. Kontrahenci przedsiębiorstw budowlanych**

### **Dostawcy**

Pogarszające się wyniki przedsiębiorstw budowlanych powinny być ostrzeżeniem dla ich dostawców. Dostawcy powinni baczniej obserwować wyniki finansowe swoich klientów z branży budowlanej, czy przypadkiem nie tracą oni płynności finansowej. Dbając o własne przedsiębiorstwo dostawca powinien dostosowywać na bieżąco swoje zaangażowanie finansowe w kontrakty z firmą z branży budowlanej, tak by ewentualne trudności w spłacie zobowiązań finansowych klienta nie przeniosły się na sprzedającego. Prognozowanie wyników przedsiębiorstw z sektora budownictwa jest w tym aspekcie bardzo istotne dla dostawców.

### **Klienci**

Klienci przedsiębiorstwa budowlanego mają silniejszą pozycję negocjacyjną [130] w przypadku dekonunktury w budownictwie. Przedsiębiorstwo, któremu zależy na zatrzymaniu spadków sprzedaży, będzie chętniej zgadzało się na ustępstwa (niższa cena, korzystniejsze warunki płatności) tak, by klient nie rozmyślił się i nie skorzystał z usług konkurencji. Duże zaangażowanie kapitałowe w transakcje w budownictwie sprawia, iż możliwość prognozowania wyników branży jest istotna dla jej klientów.

## **1.4. Publiczni zamawiający usługi budowlane, czy dostawy materiałów budowlanych**

Prawo [131], [132] nakłada na publicznych zamawiających przygotowanie kosztorysu inwestorskiego przed zamówieniem wykonania robót budowlanych nie wcześniej, niż sześć miesięcy przed dniem wszczęcia postępowania o udzielenie zamówienia. Celem wykonania kosztorysu inwestorskiego jest ustalenie, czy zamawiający posiada odpowiednie środki do zrealizowania przedmiotu zamówienia. Bardzo częstym przypadkiem jest „wychodzenie” wartości kosztorysu inwestorskiego poza przedział wyznaczony przez wartość najniższej i najwyższej oferty w postępowaniu, którego dotyczył dany kosztorys inwestorski [133]. W okresie dekonunktury w budownictwie i spadającej wtedy liczbie ogłoszeń o postępowaniach przetargowych przedsiębiorstwa mocniej konkurują między sobą, w efekcie czego kosztorysy inwestorskie są przeszacowane. I odwrotnie, przy rosnącej liczbie ogłaszanych postępowań przetargowych, w okresie wzrostowym gospodarki, kosztorysy inwestorskie często bywają niedoszacowane, co skutkuje czasami – w takich przypadkach – brakiem możliwości wyboru wykonawcy z powodu niewystarczających środków w dyspozycji zamawiającego, koniecznością zaktualizowania kosztorysu inwestorskiego i ponownego ogłoszenia postępowania. W konsekwencji planowane rozpoczęcie budowy realizowanej ze środków publicznych odsuwa się o kilka lub kilkanaście miesięcy. Prognozy wyników finansowych przedsiębiorstw – stanowiące jeden ze wskaźników koniunktury w budownictwie – mogłyby poprawić precyzję szacowania kosztów inwestycji.

## 1.5. Zarządy przedsiębiorstw budowlanych

Przedsiębiorstwa budowlane mogą należeć do większości opisanych w punktach od 1.1 do 1.3 grup, jednak dla zarządów tych firm prognozy ogólnej koniunktury w budownictwie mają znaczenie szczególne. W jaki sposób czynniki makroekonomiczne wpływają na efektywność gospodarowania wykonawców robót budowlanych zostało już opisane m.in. tu [134]. Znajomość prognoz dla branży budowlanej ułatwiłaby zarządom firm sektora budownictwa planowanie działań i minimalizację strat związanych z niedostosowaniem posiadanych w dyspozycji środków produkcji do rzeczywistego zapotrzebowania na nie.

## 2. PROGNOZA WYNIKÓW FINANSOWYCH PRZEDSIĘBIORSTW ZA POMOCĄ SZTUCZNYCH SIECI NEURONOWYCH

### 2.1. Prognozowane wielkości

Na podstawie historycznych wyników ekonomicznych polskiej gospodarki od stycznia 2003 roku do marca 2013 roku (od [1] do [123]), które zebrano w Tab. 1, dokonano dwóch parametrów tj. sprzedaży produkcji budowlano montażowej oraz wyników finansowych przedsiębiorstw w sektorze budownictwa w dwóch interwałach czasowych. Pierwsza z prognoz jest wykonywana dla w/w wyników ekonomicznych 3 miesiące w przód. Druga z prognoz – 12 miesięcy w przód. Obliczeń dokonano stosując program STATISTICA 10. Program pozwala na użycie wyłącznie jednej warstwy ukrytej neuronów, ale jego zaletą jest możliwość stosowania różnych funkcji aktywacji dla neuronów warstwy ukrytej i wyjściowej, co zostało wykorzystane. Zastosowano wielowarstwową sieć jednokierunkową MLP (ang. *multi-layered perceptron* – wielowarstwowy perceptron).

### 2.2. Budowa sieci

#### Warstwa wejściowa

Warstw wejściowa sieci ma 11 neuronów, którym przypisano dane zebrane na podstawie źródeł od [1] do [123] zawierające miesięczne i kwartalne, wybrane wyniki polskiej gospodarki. Nie ma wśród nich danych jakościowych tj. każdemu neuronowi warstwy wejściowej została przypisana jedna zmienna. Dane wejściowe zebrano w **Tab. 1**. Warstwie wejściowej zostały przypisane dane z jedenastu kolumn Tab. 1 (za wyjątkiem kolumn 1, 2 i 7). Tabela 1 pokazuje dane w wielkościach takich, jak w źródle. W celu lepszego wykorzystania możliwości programu STATISTICA poniższe wielkości zestandaryzowano i do warstwy wejściowej trafiały one jako liczby z przedziału (0,1).

**Tab. 2.** Wybrane wyniki polskiej gospodarki z okresu styczeń 2003 – marzec 2013 (na podst. [1] do [123])

Okresy	SPRZEDAŻ PRODUKCJI BUDOWLANO- MONTAŻOWEJ [mln zł]	PRODUKCJA SPRZEDANA PRZEMYSŁU [mln zł]	WSKAŹNIKI CEN TOWARÓW I USŁUG KONSUMPCYJNYCH [%]	WSKAŹNIKI CEN NAKŁADÓW INWESTYCYJNYCH I PRODUKCJI BUDOWLANO- MONTAŻOWEJ [%]	WYNIKI FINANSOWE PRZEDSIĘBIORSTW WEDŁUG SEKCJI I DZIAŁÓW (ogółem) [mln zł]	WYNIKI FINANSOWE PRZEDSIĘBIORSTW WEDŁUG SEKCJI I DZIAŁÓW (budownictwo) [mln zł]	Podaż pieniądza [mln zł]	PRACUJĄCY W SEKTORZE PRZEDSIĘBIORSTW (ogółem) [w tys.]	PRACUJĄCY W SEKTORZE PRZEDSIĘBIORSTW (budownictwo) [w tys.]	Stopa redyskontowa weksli [%]	Stopa oprocentowania depozytów złotowych w bankach komercyjnych przedsiębiorstw [%]	Stopa bezrobocia [%]	PRODUKT KRAJOWY BRUTTO [mln zł]
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
2003 01	1673	38831	100,50	99,70	2102	-113,33	317,80	4917,00	391,00	7,25	0,40	18,60	61513
2003 02	1682	38514	100,50	99,40	2102	-113,33	321,10	4925,00	387,00	6,75	0,40	18,70	61513
2003 03	1950	43309	100,60	99,10	2102	-113,33	320,90	4915,00	386,00	6,50	0,30	18,60	61513
2003 04	2396	42274	100,30	98,90	5015	-81,00	320,50	4912,00	389,00	6,25	0,20	18,30	65853

2003 05	2879	42433	100,40	99,20	5015	-81,00	323,60	4914,00	391,00	6,00	0,20	17,90	65853
2003 06	3339	42349	100,80	99,00	5015	-81,00	326,60	4915,00	391,00	5,75	0,20	17,70	65853
2003 07	3614	44614	100,80	98,80	8192	12,10	326,90	4914,00	390,00	5,75	0,10	17,70	66306
2003 08	3394	42507	100,70	98,80	8192	12,10	328,70	4906,00	387,00	5,75	0,10	17,60	66306
2003 09	3793	48301	100,90	98,70	8192	12,10	330,90	4904,00	386,00	5,75	0,10	17,50	66306
2003 10	3932	51429	101,30	98,60	10057	38,10	336,40	4905,00	382,00	5,75	0,10	17,40	75366
2003 11	3241	47613	101,60	98,60	10067	38,10	336,30	4884,00	373,00	5,75	0,10	17,60	75366
2003 12	4643	48607	101,70	98,60	10058	38,10	339,80	4827,00	361,00	5,75	0,10	18,00	75366
2004 01	1502	45990	101,60	99,30	5654	-79,60	333,90	4856,00	341,00	5,75	0,10	20,60	67923
2004 02	1566	47157	101,60	99,50	5654	-79,60	337,30	4855,00	338,00	5,75	0,10	20,60	67923
2004 03	2074	55731	101,70	100,20	5654	-79,60	339,30	4854,00	338,00	5,75	0,10	20,40	67923
2004 04	3044	54957	102,20	101,40	12795	-1,37	347,80	4868,00	343,00	5,75	0,10	19,90	72033
2004 05	2539	51851	103,40	102,20	12795	-1,37	344,30	4874,00	345,00	5,75	0,10	19,50	72033
2004 06	2929	53142	104,40	102,80	12795	-1,37	350,00	4880,00	346,00	5,75	0,10	19,40	72033
2004 07	3187	51354	104,60	103,40	19301	210,27	349,20	4874,00	348,00	6,50	0,10	19,30	72937
2004 08	3593	52409	104,60	103,70	19301	210,27	353,00	4874,00	350,00	7,00	0,10	19,10	72937
2004 09	3933	56792	104,40	104,10	19301	210,27	352,20	4882,00	354,00	7,00	0,10	18,90	72937
2004 10	4246	56946	104,50	104,40	25137	260,83	371,80	4886,00	352,00	7,00	0,10	18,70	85205
2004 11	3519	56061	104,50	104,60	25137	260,83	358,00	4881,00	350,00	7,00	0,10	18,70	85205
2004 12	5224	54284	104,40	104,80	25137	260,83	367,30	4849,00	340,00	7,00	0,10	19,10	85205
2005 01	1711	49902	103,70	104,80	5028	-78,50	368,40	4927,00	336,00	7,00	0,10	19,40	75406
2005 02	1853	49482	103,60	104,80	5028	-78,50	372,40	4933,00	335,00	7,00	0,10	19,40	75406
2005 03	2078	54593	103,40	104,40	5028	-78,50	380,20	4935,00	335,00	6,50	0,10	19,20	75406
2005 04	2598	54372	103,00	103,60	10735	53,40	386,10	4950,00	343,00	6,00	0,10	18,70	78579
2005 05	3178	51647	102,50	103,00	10735	53,40	393,40	4954,00	347,00	6,00	0,10	18,20	78579
2005 06	3885	56175	101,40	102,50	10735	53,40	391,40	4970,00	350,00	5,50	0,10	18,00	78579
2005 07	3820	51948	101,30	102,30	16901	240,07	389,50	4963,00	351,00	5,25	0,10	17,90	79083
2005 08	3912	54238	101,60	102,20	16901	240,07	396,20	4970,00	352,00	5,25	0,10	17,70	79083
2005 09	4441	59097	101,80	102,30	16901	240,07	401,00	4989,00	354,00	4,75	0,10	17,60	79083
2005 10	4639	60064	101,60	102,30	21654	424,50	408,40	4997,00	354,00	4,75	0,10	17,30	91198
2005 11	3809	60078	101,00	102,30	21654	424,50	407,10	5002,00	353,00	4,75	0,10	17,30	91198
2005 12	5774	58834	100,70	102,30	21654	424,50	411,80	4972,00	343,00	4,75	0,10	17,60	91198
2006 01	1619	54731	100,60	102,30	5288	-63,90	406,60	5049,00	344,00	4,75	0,10	18,00	91198
2006 02	1827	54355	100,70	102,20	5288	-63,90	416,10	5059,00	343,00	4,50	0,10	18,00	91198
2006 03	2453	63377	100,40	102,20	5288	-63,90	417,60	5071,00	345,00	4,25	0,10	17,80	91198
2006 04	2761	58065	100,70	102,20	12842	155,63	423,20	5088,00	355,00	4,25	0,10	17,20	80290
2006 05	3690	62009	100,90	102,30	12842	155,63	433,10	5108,00	363,00	4,25	0,10	16,50	80290
2006 06	4611	64229	100,80	102,50	12842	155,63	437,90	5126,00	367,00	4,25	0,10	15,90	80290
2006 07	4117	61127	101,10	102,60	21031	449,90	440,30	5134,00	369,00	4,25	0,10	15,70	83912
2006 08	4641	62440	101,60	102,90	21031	449,90	447,20	5149,00	372,00	4,25	0,00	15,50	83912
2006 09	5546	67425	101,60	103,40	21031	449,90	453,10	5159,00	373,00	4,25	0,00	15,20	83912
2006 10	6189	69849	101,20	103,90	28779	927,20	458,60	5178,00	375,00	4,25	0,00	14,90	86203
2006 11	4883	67840	101,40	104,10	28779	927,20	465,70	5195,00	375,00	4,25	0,00	14,80	86203
2006 12	7107	63407	101,40	104,30	28779	927,20	477,10	5171,00	369,00	4,25	1,60	14,90	86203
2007 01	2713	63983	101,60	104,80	7888	62,83	503,60	5253,00	374,00	4,25	1,70	15,10	100281
2007 02	3017	62823	101,90	105,60	7888	62,83	509,40	5271,00	375,00	4,25	1,70	14,80	100281
2007 03	3633	72052	102,50	106,50	7888	62,83	512,00	5294,00	379,00	4,25	1,70	14,30	100281
2007 04	4052	66354	102,30	107,30	17492	392,97	517,00	5303,00	387,00	4,50	1,70	13,60	88906
2007 05	4636	68244	102,30	108,10	17492	392,97	521,20	5320,00	391,00	4,50	1,90	12,90	88906
2007 06	5196	68460	102,60	108,70	17492	392,97	521,40	5342,00	393,00	4,75	2,00	12,30	88906
2007 07	5297	67897	102,30	108,90	26389	841,00	527,70	5356,00	394,00	4,75	2,00	12,10	93402
2007 08	5780	68405	101,50	109,00	26389	841,00	538,00	5381,00	396,00	5,00	1,90	11,90	93402
2007 09	6059	71753	102,30	108,80	26389	841,00	537,30	5385,00	396,00	5,00	2,00	11,60	93402
2007 10	7023	78435	103,00	108,60	26389	841,00	541,90	5417,00	398,00	5,00	2,10	11,30	95600
2007 11	5887	74718	103,60	108,60	26389	841,00	549,00	5431,00	397,00	5,25	2,10	11,20	95600
2007 12	8698	68242	104,00	108,40	26389	841,00	560,30	5411,00	392,00	5,25	1,90	11,40	95600
2008 01	3125	72078	104,00	108,10	34961	1624,67	568,60	5544,00	410,00	5,50	2,30	11,50	110777
2008 02	3926	73526	104,20	107,70	34961	1624,67	578,00	5569,00	413,00	5,75	2,40	11,30	110777

2008 03	4521	74144	104,10	107,10	34961	1624,67	581,80	5576,00	416,00	6,00	2,50	10,90	110777
2008 04	5297	76838	104,00	106,30	8566	140,77	594,30	5585,00	418,00	6,00	2,70	10,30	98444
2008 05	5702	71011	104,40	105,50	8566	140,77	600,10	5584,00	419,00	6,00	2,60	9,80	98444
2008 06	6585	74989	104,60	104,80	8566	140,77	606,60	5587,00	421,00	6,25	2,60	9,40	98444
2008 07	6471	72782	104,80	104,40	18266	640,47	616,10	5593,00	421,00	6,25	2,70	9,20	103300
2008 08	6365	67082	104,80	104,00	18266	640,47	628,60	5585,00	421,00	6,25	2,80	9,10	103300
2008 09	7100	77267	104,50	103,60	18266	640,47	630,50	5594,00	422,00	6,25	2,70	8,90	103300
2008 10	8012	78776	104,20	103,20	26662	2406,10	635,70	5598,00	423,00	6,25	2,70	8,80	104034
2008 11	6399	68280	103,70	102,90	26662	2406,10	648,30	5579,00	420,00	6,00	2,50	9,10	104034
2008 12	9473	66329	103,30	102,90	26662	2406,10	667,20	5523,00	414,00	5,25	2,40	9,50	104034
2009 01	3638	62409	102,80	102,90	4460	42,13	668,90	5547,00	454,00	4,50	2,10	10,40	104705
2009 02	4254	65264	103,30	102,40	4460	42,13	680,90	5527,00	453,00	4,25	1,70	10,90	104705
2009 03	4887	75180	103,60	101,80	4460	42,13	683,70	5498,00	454,00	4,00	1,30	11,10	104705
2009 04	5456	69333	104,00	101,30	15026	797,23	680,00	5487,00	458,00	4,00	1,30	10,90	108760
2009 05	5863	67588	103,60	100,70	15026	797,23	685,40	5472,00	460,00	4,00	1,50	10,70	108760
2009 06	6811	72174	103,50	100,30	15026	797,23	693,70	5463,00	462,00	3,75	1,40	10,60	108760
2009 07	7172	69437	103,60	99,90	24317	1533,77	689,40	5453,00	463,00	3,75	1,30	10,70	110497
2009 08	7108	66059	103,70	99,60	24317	1533,77	685,40	5450,00	464,00	3,75	1,30	10,80	110497
2009 09	7541	75335	103,40	99,30	24317	1533,77	691,30	5450,00	465,00	3,75	1,30	10,90	110497
2009 10	8130	77012	103,10	99,20	31971	2353,60	711,20	5449,00	465,00	3,75	1,30	11,10	124413
2009 11	6948	74455	103,30	99,10	31971	2353,60	699,90	5449,00	463,00	3,75	1,30	11,40	124413
2009 12	9788	71090	103,50	99,20	31971	2353,60	720,30	5418,00	455,00	3,75	1,20	11,90	124413
2010 01	3048	67008	103,50	99,30	7609	66,33	720,20	5474,00	452,00	3,75	1,30	12,90	107983
2010 02	3170	68678	102,90	99,40	7609	66,33	711,00	5468,00	449,00	3,75	1,30	13,20	107983
2010 03	4322	81494	102,60	99,50	7609	66,33	715,60	5478,00	453,00	3,75	1,40	13,00	107983
2010 04	5094	74673	102,40	99,70	16858	517,77	721,50	5495,00	461,00	3,75	1,40	12,40	114393
2010 05	5994	76869	102,20	100,00	16858	517,77	721,20	5505,00	465,00	3,75	1,50	12,10	114393
2010 06	7468	82655	102,30	100,10	16858	517,77	737,90	5523,00	468,00	3,75	1,50	11,70	114393
2010 07	7240	78608	102,00	100,20	27039	1121,83	742,80	5533,00	471,00	3,75	1,50	11,50	116316
2010 08	7726	77306	102,00	100,20	27039	1121,83	743,30	5537,00	473,00	3,75	1,50	11,40	116316
2010 09	8570	86461	102,50	100,20	27039	1121,83	749,60	5550,00	476,00	3,75	1,50	11,50	116316
2010 10	8896	85403	102,80	100,10	35829	1766,93	752,90	5556,00	476,00	3,75	1,60	11,50	132472
2010 11	7926	84511	102,70	100,00	35829	1766,93	756,60	5568,00	476,00	3,75	1,50	11,70	132472
2010 12	11010	82301	103,10	100,00	35829	1766,93	763,40	5548,00	469,00	3,75	1,50	12,30	132472
2011 01	3380	77949	103,60	100,30	9098	-52,17	769,10	5685,00	488,00	4,00	3,60	12,40	116447
2011 02	3776	81483	103,60	100,40	9098	-52,17	775,00	5695,00	489,00	4,00	3,70	13,10	116447
2011 03	5389	94464	104,30	100,60	9098	-52,17	800,20	5699,00	492,00	4,00	3,70	13,40	116447
2011 04	5912	86563	104,50	100,60	22219	327,03	789,20	5703,00	499,00	4,25	3,80	13,30	123103
2011 05	7454	88339	105,00	100,70	22219	327,03	794,50	5707,00	503,00	4,50	3,90	12,80	123103
2011 06	8794	89599	104,20	100,80	22219	327,03	796,30	5716,00	505,00	4,75	4,00	12,40	123103
2011 07	8510	84893	104,10	101,10	30922	726,13	798,10	5715,00	506,00	4,75	4,20	11,90	125019
2011 08	8673	89313	104,30	101,40	30922	726,13	815,80	5702,00	507,00	4,75	4,50	11,80	125019
2011 09	10260	10021 <sub>9</sub>	103,90	101,60	30922	726,13	829,50	5708,00	509,00	4,75	4,50	11,80	125019
2011 10	9820	98480	104,30	101,60	41628	1199,80	835,70	5701,00	508,00	4,75	4,70	11,80	143489
2011 11	9100	99267	104,80	101,70	41628	1199,80	853,50	5706,00	506,00	4,75	4,80	11,80	143489
2011 12	12792	95696	104,60	101,80	41628	1199,80	881,10	5676,00	498,00	4,75	1,50	12,10	143489
2012 01	4536	91016	104,10	101,70	9636	-40,67	874,60	5736,00	514,00	4,75	1,90	13,20	123573
2012 02	4284	90194	104,30	101,80	9636	-40,67	872,10	5732,00	513,00	4,75	2,00	13,40	123573
2012 03	5633	99285	103,90	101,50	9636	-40,67	874,50	5731,00	513,00	4,75	2,20	13,30	123573
2012 04	6446	92580	104,00	101,10	18543	-266,43	870,60	5722,00	515,00	4,75	2,20	12,90	129707
2012 05	7943	96843	103,60	100,90	18543	-266,43	884,20	5726,00	517,00	5,00	2,20	12,60	129707
2012 06	8379	94292	104,30	100,50	18543	-266,43	884,70	5727,00	517,00	5,00	2,30	12,30	129707
2012 07	7774	92253	104,00	100,10	27079	-208,10	886,90	5726,00	516,00	5,00	2,20	12,30	131264
2012 08	8206	91741	103,80	99,70	27079	-208,10	895,50	5716,00	513,00	5,00	2,30	12,40	131264
2012 09	8368	97096	103,80	99,30	27079	-208,10	892,70	5706,00	510,00	5,00	2,40	12,40	131264
2012 10	9389	10399 <sub>7</sub>	103,40	99,10	33124	-66,40	902,40	5701,00	506,00	5,00	2,40	12,50	147410
2012 11	8524	98810	102,80	98,90	33124	-66,40	901,80	5691,00	500,00	4,75	2,30	12,90	147410
2012 12	9490	85866	102,40	98,70	33124	-66,40	921,40	5651,00	490,00	4,50	2,10	13,40	147410

2013 01	3754	90570	101,70	98,60	7293	-144,53	913,40	5701,00	482,00	4,25	2,00	14,20	125938
2013 02	3732	88160	101,30	98,40	7293	-144,53	920,30	5693,00	479,00	4,00	1,90	14,40	125938
2013 03	4503	96065	101,00	98,20	7293	-144,53	932,00	5680,00	475,00	3,50	1,70	14,30	125938

Zródło: od [2] do [123]

## Warstwa ukryta

Opcje programu ustawiono w ten sposób, iż obliczenia zostały wykonane wielokrotnie z wykorzystaniem różnej liczby neuronów w warstwie ukrytej oraz dla różnych funkcji aktywacji. Działanie to miało na celu poszukiwanie jak najdokładniejszej prognozy.

## Warstwa wyjściowa

Sieć miała dwa neurony w warstwie wyjściowej, które podczas uczenia sieci przyjmowały wartości z kolumn „sprzedaży produkcji budowlano montażowej” (kolumna 2 w Tab. 1) oraz wyników finansowych przedsiębiorstw w sektorze budownictwa (kolumna 7 w Tab. 1), które także były zestandaryzowane. By zrealizować element prognozowania dane uczące warstwy wyjściowej zostały przesunięte w pierwszym przypadku o kwartał (np. danym wejściowym z marca 2005 r., na wyjściu podawano wyniki z czerwca 2005 r.), w drugim o rok. Podobnie jak w warstwie ukrytej, program sprawdzał, które z dozwolonych funkcji aktywacji przynoszą najmniejsze błędy w prognozowaniu.

### 2.3. Etap obliczeń

Obliczenia i ich sprawdzenie odbywało się na 3 grupach danych. Tabela 1 zawiera wybrane wyniki ekonomiczne ze 123 miesięcy. By móc zrealizować kwartalne prognozowanie ilość prób uczących musiała być ograniczona do 120, a przy rocznym do 111. Wektory danych wejściowych dzielone są na 3 grupy:

- dane uczące (wszystkie wektory wejściowe z wyłączeniem danych walidacyjnych),
- dane testowe (wybrane z danych uczących, służące do oceny jak dobrze sieć potrafiła nauczyć się zależności między wejściem a wyjściem i jakie popełnia błędy),
- dane walidacyjne (nie biorące udziału w uczeniu sieci, służące do określenia jak dokładnie sieć potrafi prognozować i czy nie jest przeuczona tj. ma małe błędy dla próby testowej – dokładnie odwzorowuje wejście na wyjście, ale na nieznanach danych – nie biorących udziału w procesie uczenia – błędy są duże, wskazujące na brak zdolności do generalizacji zależności wejścia i wyjścia)

Do obliczeń zdefiniowano, że do uczenia i testowania wykorzystane będzie 85 % wszystkich danych. Pozostałe posłużą do walidacji sieci. Dozwolono programowi STATISICA na automatyczny dobór funkcji aktywacji, oddzielnie dla warstwy ukrytej, oddzielnie dla wyjściowej warstwy neuronów. Także automatycznie sieć dobierała ilość epok, czyli liczbę zadziałania algorytmu wstecznej propagacji błędu mającego na celu taki dobór wag neuronów, by błąd był minimalny.

### 2.4. Testowanie i walidacja sieci.

Poniżej, w Tab. 2 i Tab. 3 zestawiono błędy jakie sieć popełniała. Uszeregowano je wg najmniejszego błędu walidacyjnego. I tak np. sieć MLP o indeksie 10 miała 11 neuronów w warstwie wejściowej, 5 w ukrytej i 2 w wyjściowej. Błąd policzony był jako suma kwadratów błędów (wartość rzeczywista minus prognozowana przez sieć) dla wszystkich danych uczących (SOS error function). W warstwach ukrytej i wyjściowej zastosowano wykładniczą funkcję aktywacji neuronów i program zastosował 109 epok dla wstecznej propagacji błędu. Błąd wynosił 0,008222.

**Tab. 2** Wyniki otrzymane dla przewidywania kwartalnego.

Index	Net. Name	Training perf.	Test perf.	Validation perf.	Training error	Test error	Validation error	Training algorithm	Error function	Hidden activation	Output activation
10	MLP 11-5-2	0,965863	0,963406	0,888418	0,003160	0,005049	0,008222	BFGS 109	SOS	Exponential	Exponential
2	MLP 11-8-2	0,959729	0,952401	0,887168	0,003776	0,007890	0,008336	BFGS 54	SOS	Tanh	Logistic
4	MLP 11-10-2	0,969781	0,958697	0,875468	0,002720	0,006222	0,008407	BFGS 74	SOS	Tanh	Exponential
3	MLP 11-13-2	0,955696	0,959213	0,882204	0,004223	0,007810	0,009432	BFGS 62	SOS	Logistic	Exponential
9	MLP 11-4-2	0,946531	0,964643	0,881724	0,005082	0,006771	0,009810	BFGS 87	SOS	Logistic	Logistic
1	MLP 11-10-2	0,953519	0,964732	0,859257	0,004484	0,006418	0,010685	BFGS 62	SOS	Logistic	Exponential
5	MLP 11-5-2	0,940761	0,963788	0,866302	0,005923	0,006067	0,010765	BFGS 64	SOS	Logistic	Exponential
8	MLP 11-11-2	0,962314	0,963330	0,847489	0,003626	0,006277	0,012046	BFGS 101	SOS	Logistic	Logistic
6	MLP 11-13-2	0,959513	0,966595	0,839905	0,003879	0,006328	0,013093	BFGS 98	SOS	Logistic	Logistic
7	MLP 11-11-2	0,955084	0,966207	0,823453	0,004400	0,006582	0,014240	BFGS 78	SOS	Logistic	Logistic

Źródło: Badania własne, obliczenia programem STATISTICA

**Tab. 3** Wyniki otrzymane dla przewidywania rocznego

Index	Net. Name	Training perf.	Test perf.	Validation perf.	Training error	Test error	Validation error	Training algorithm	Error function	Hidden activation	Output activation
9	MLP 11-4-2	0,954352	0,943057	0,830761	0,006061	0,009674	0,008457	BFGS 45	SOS	Exponential	Exponential
10	MLP 11-12-2	0,914778	0,945685	0,744930	0,011683	0,009516	0,019159	BFGS 35	SOS	Tanh	Tanh
7	MLP 11-13-2	0,922399	0,945298	0,662117	0,010638	0,009420	0,019867	BFGS 33	SOS	Logistic	Logistic
6	MLP 11-6-2	0,914727	0,948392	0,692907	0,011668	0,008759	0,021527	BFGS 26	SOS	Tanh	Logistic
4	MLP 11-6-2	0,922205	0,943034	0,618581	0,010560	0,009457	0,030364	BFGS 30	SOS	Exponential	Exponential
5	MLP 11-14-2	0,907590	0,950813	0,716618	0,012559	0,008375	0,030725	BFGS 28	SOS	Exponential	Tanh
3	MLP 11-5-2	0,902352	0,949651	0,586906	0,013130	0,008803	0,031030	BFGS 32	SOS	Logistic	Tanh
2	MLP 11-14-2	0,896303	0,954263	0,589685	0,013918	0,008008	0,032750	BFGS 21	SOS	Exponential	Logistic
8	MLP 11-9-2	0,891139	0,944932	0,611020	0,014567	0,008295	0,035546	BFGS 25	SOS	Exponential	Logistic
1	MLP 11-8-2	0,890504	0,954876	0,600623	0,014634	0,008102	0,036276	BFGS 25	SOS	Exponential	Logistic

Źródło: Badania własne, obliczenia programem STATISTICA

W Tab. 4 przedstawiono wyniki kwartalnych prognoz wyników finansowych przedsiębiorstw w sektorze budownictwa (wybrane z wszystkich próbek walidacyjnych). Błędy jakie sieć popelnia w tym przypadku nie pozwalają na zastosowanie jej do prognozowania wyników przedsiębiorstw w okresie trzymiesięcznym.

**Tab. 4** Kwartalne prognozy wyników finansowych przedsiębiorstw w sektorze budownictwa w mln zł

Wartość rzeczywista	Prognozy obliczone przez różne sieci									
	11-13-2	11-14-2	11-4-2	11-4-2	11-13-2	11-8-2	11-6-2	11-4-2	11-14-2	11-9-2
-243	-413	-253	29	-378	-116	-261	-380	-1 134	-108	-135
114	-38	381	0	177	39	286	149	132	242	64

631	748	934	612	1 028	852	697	993	725	938	1 141
-236	-478	-448	248	-473	-531	-562	-652	-479	-672	-360
720	374	308	232	492	349	468	588	775	466	714
1 274	196	-101	110	421	200	509	244	630	556	419
2 782	3 140	1 749	2 085	2 325	3 218	2 155	2 819	2 348	2 363	2 382
2 523	2 259	2 973	2 998	2 844	2 663	2 381	2 374	2 811	2 653	2 471
422	402	560	599	524	219	575	548	569	248	691
422	-218	70	231	-90	-380	-59	-299	-1 869	-530	31
1 921	3 020	3 901	3 171	3 242	2 890	3 373	3 125	3 229	2 855	2 862
7 061	7 367	6 878	6 448	6 321	6 821	6 987	6 282	6 225	6 578	7 256
981	321	-532	-96	-10	848	-112	-567	2 326	687	301
-799	-535	-772	-470	-525	-625	-593	-727	-980	-571	-553
-799	-533	-773	-450	-533	-616	-585	-732	-1 241	-577	-533

Źródło: Badania własne, obliczenia programem STATISTICA

Prognozy kwartalne dla sprzedaży produkcji budowlano-montażowej oraz roczne dla wyników przedsiębiorstw w sektorze budownictwa nie są aż tak niedokładne jak te z Tab. 4, jednak kilkusetprocentowe błędy względne wciąż nie pozwalają na zastosowanie zbudowanych sieci do prognozowania w/w wielkości. Z tego też powodu uzyskane wyniki nie zostały pokazane w niniejszym artykule. Najbardziej obiecujące rezultaty uzyskano dla rocznej prognozy sprzedaży produkcji budowlano-montażowej. Wyniki działania programu zestawiono w poniżej Tab. 5.

**Tab. 5** Roczne prognozy produkcji budowlano montażowej w mln zł  
Prognozy obliczone przez różne sieci

Wartość rzeczywista	11-6-2	11-7-2	11-13-2	11-13-2	11-7-2	11-10-2	11-11-2	11-5-2	11-9-2	11-12-2
2074,30	2051,65	2113,83	2058,31	2155,14	2233,31	2343,51	2232,57	2082,81	1898,60	2382,71
3187,50	3276,44	2875,67	3310,63	3292,70	2942,52	3291,42	2468,02	3346,32	3009,17	3475,09
3178,00	2837,54	3259,23	3292,05	3455,10	3244,25	3545,39	2951,63	3328,14	3137,09	3145,53
3809,20	5318,71	5140,18	5646,69	6035,42	4939,13	4851,39	5120,84	5258,22	5468,29	5151,82
3690,10	3351,06	3661,95	3168,65	3594,19	3407,67	3358,85	4118,76	3276,56	3363,43	3300,02
4117,50	4454,26	4656,28	4560,57	5229,04	4927,88	4174,84	4885,80	5031,75	4637,03	4613,20
6059,00	5761,27	6192,20	5703,06	6079,88	6216,00	6019,38	6279,20	6282,35	6419,23	6048,56
5702,30	5291,03	6790,03	6470,29	5759,10	6314,82	6504,10	6263,48	6281,27	5630,76	5597,23
4254,10	7108,09	4083,54	4223,22	7103,68	5560,48	4750,65	4737,81	6239,29	7444,20	7555,97
4887,50	7428,97	4635,92	4221,59	7292,04	5893,34	5420,46	5429,61	7005,59	7634,86	7766,04
5863,30	5540,74	5804,14	5649,21	5391,36	5176,74	5527,89	5716,96	5208,35	5605,63	5378,65
7726,90	7468,76	7617,51	7856,02	7936,05	8073,48	8355,71	8673,00	8002,12	7867,64	8036,71
5633,10	4820,87	5878,57	5416,19	5408,67	5023,91	6491,41	6141,84	5092,41	4434,44	4630,11
3754,50	3526,12	3986,34	3994,06	4236,13	3478,99	2733,30	2958,17	3853,98	4154,51	4439,02
3732,20	3303,89	3841,38	3883,23	4105,53	3399,26	2583,93	2695,47	3671,39	3933,82	4263,88

Źródło: Badania własne, na podstawie obliczeń programem STATISTICA

Warto zwrócić uwagę, iż sieci 11-7-2 oraz 11-10-2 dla każdej z powyższych próbek walidacyjnych nie popełniły większego względnego błędu niż 30,8 %. Sieć 11-7-2 w ośmiu przypadkach na 15 próbek walidacyjnych popełniała błąd względny mniejszy niż 10 %.

## 2.5. Wnioski

Opisane wyżej sieci wymagają dalszych modyfikacji, by można je było w pełni wykorzystywać do prognozowania wyników ekonomicznych przedsiębiorstw. Tylko w jednym (z czterech) przypadków tj. dla prognozowania sprzedaży budowlano-montażowej w okresie rocznym udało znaleźć dwie sieci, które dawały zadowalające wyniki dla każdej z próbek walidacyjnych (błąd względny prognozy poniżej, i często znacznie poniżej 30,8%).

Przyczyn nie uzyskania wystarczająco dużej dokładności prognoz – szczególnie przy prognozowaniu kwartalnym – autorzy upatrują w sezonowości branży budowlanej. Prognozując skumulowany wynik przedsiębiorstw w okresie trzymiesięcznym sieć „nie wiedziała”, czy w listopadzie i prognozujemy wyniki jakie będą w lutym, czy w marcu prognozujemy wyniki czerwca. Analiza Tab. 1 wskazuje, że skumulowane wyniki (strata/zysk) przedsiębiorstw w sektorze budownictwa w pierwszym kwartale roku są najczęściej gorsze, niż w czwartym kwartale roku poprzedniego. Podobnie wyniki w drugim kwartale, danego roku są wyższe, niż w pierwszym. Dalsze prace nad poprawieniem dokładności prognoz będą podjęte, a jednym z działań będzie taka modyfikacja danych wejściowych, która pozwoli sieci na rozpoznawanie, do którego kwartału należy miesiąc, dla którego szukamy prognozy. To pozwoli nauczyć sieć opisaną wyżej, zaobserwowanej zależności, a w efekcie zwiększyć dokładność prognoz.

W badanym przypadku zastosowane były dwa neurony warstwy wyjściowej (sprzedaż produkcji budowlano-montażowej, skumulowane wyniki finansowe przedsiębiorstw w sektorze budownictwa). Drugą planowaną modyfikacją sieci wynikającą z opisanych w niniejszym artykule obliczeń będzie stworzenie dwóch odrębnych sieci z jednym neuronem wyjściowym (pierwsza dla prognozowania sprzedaży produkcji budowlano-montażowej, druga dla wyników przedsiębiorstw) przy zachowaniu tych samych (dla jednej i drugiej sieci) danych wejściowych. Cel takiego działania jest identyczny jak w pierwszej modyfikacji – zwiększenie precyzji prognoz.

## PODSUMOWANIE

W niniejszej pracy wykazano potrzebę i – w ogólny sposób – możliwości wykorzystania prognoz dotyczących wyników ekonomicznych uzyskiwanych przez branżę budowlaną w Polsce. Podjęto próbę wykorzystania jednokierunkowych sztucznych sieci neuronowych z algorytmem wstecznej propagacji błędów do policzenia prognoz opartych o ogólne dane dotyczące polskiej gospodarki ze 123 miesięcznych okresów. Wśród danych wejściowych znalazły się m.in. stopa bezrobocia, wartość produkcji sprzedanej przemysłu, podaż pieniądza, produkt krajowy brutto – łącznie 11 wejść. Na wyjściu sieci były dwie wartości: sprzedaż produkcji budowlano-montażowej oraz wynik finansowy przedsiębiorstw z sektora budownictwa. Otrzymane wyniki prognoz nie pozwalają na stwierdzenie, iż sieć o zaproponowanej budowie może być przydatna do poszukiwanych prognoz, jednak część z wyników jest na tyle obiecująca, że wskazuje kierunki dalszych badań i obliczeń, które będą przez autorów podejmowane.

## BIBLIOGRAFIA

1. do 12. *Biuletyn Statystyczny 01 2003 do 12 2003* ZKS (GUS) 2003
13. do 24. *Biuletyn Statystyczny 01 2004 do 12 2004* ZKS (GUS) 2004
25. do 36. *Biuletyn Statystyczny 01 2005 do 12 2005* ZKS (GUS) 2005
37. do 48. *Biuletyn Statystyczny 01 2006 do 12 2006* ZKS (GUS) 2006
49. do 60. *Biuletyn Statystyczny 01 2007 do 12 2007* ZKS (GUS) 2007
61. do 72. *Biuletyn Statystyczny 01 2008 do 12 2008* ZKS (GUS) 2008
73. do 84. *Biuletyn Statystyczny 01 2009 do 12 2009* ZKS (GUS) 2009

85. do 96. *Biuletyn Statystyczny 01 2010 do 12 2010 ZKS (GUS) 2010*
97. do 108. *Biuletyn Statystyczny 01 2011 do 12 2011 ZKS (GUS) 2011*
109. do 120. *Biuletyn Statystyczny 01 2012 do 12 2012 ZKS (GUS) 2012*
121. do 123. *Biuletyn Statystyczny 01 2013 do 3 2013 ZKS (GUS) 2013*
124. Ossowski S. *Sieci Neuronowe do przetwarzania informacji*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej. Warszawa 2000 r.
125. Tadeusiewicz R. *Elementarne wprowadzenie do techniki sieci neuronowych z przykładami programowymi*. Akademicka Oficyna Wydawnicza PLJ. Warszawa 1998 r.
126. Mitzenmacher M., Upfal E. *Metody probabilistyczne i obliczenia*. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne. Warszawa 2009 r.
127. Aczel A.D. *Statystyka w zarządzaniu*. . Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa 2000 r.
128. Begg, Fisher, Dornbusch, *Ekonomia*, PWE, Warszawa 1993.
129. Rabiej M., *Statystyka z programem Statistica*. Helion, Gliwice 2012
130. Obłój K., *Strategia Organizacji*, PWE, Warszawa 1998
131. *Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 18 maja 2004 r. w sprawie określenia metod i podstaw sporządzania kosztorysu inwestorskiego, obliczania planowanych kosztów prac projektowych oraz planowanych kosztów robót budowlanych określonych w programie funkcjonalno-użytkowym*, Internetowy System Aktów Prawnych <http://isap.sejm.gov.pl>
132. *Ustawa z dnia 29 stycznia 2004 r. Prawo Zamówień Publicznych*, Internetowy System Aktów Prawnych <http://isap.sejm.gov.pl>
133. Walasek D., Anysz H., Książek M., Nicał A., *Opinia dotycząca skutków finansowych dla Skarbu Państwa z umowy cenowej związanej z budową (...) w zakresie wstępnej oceny roszczeń (...) wynikających z potencjalnej umowy cenowej przy przetargach (...)*, badania własne na potrzeby zleconej opinii, 2013 r.
134. Anysz H., *Analiza zależności opóźnień w realizacji kontraktów na wykonanie robót budowlanych od czynników leżących poza sferą organizacji budowy i robót budowlanych*. Rozdz. VI Teoretyczne podstawy budownictwa. Tom II. Procesy Budowlane. Red. Jemioło S., Lutomirski S. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2012 r.

## **PREDICTION OF FINANCIAL RESULTS REACHED BY CONSTRUCTION AND BUILDING INDUSTRY, UTILIZING MLP ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS – FEASIBILITY STUDY**

### *Abstract*

*Paper discussed the needs of potential users of financial projections concerning results of Polish construction and building industry, summarized sales and summarized profit in particular. Authors proposed utilization of MLP neural networks according to their prediction abilities. A set of nets were build, and calculation were undertaken based on data obtained from Polish statistical office. Received results – financial predictions – were discussed focusing on errors made by STATISTICA 10 software used for calculations. The proposed MLP neural networks – in the present shape – was disqualified for these kind of prediction, however some valuable results were observed, so the directions*

*of modifications of MLP neural networks were discussed and research will be continued.*

**Autorzy:**

mgr inż. **Hubert Anysz**, MBA – Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Lądowej, Instytut Inżynierii Budowlanej, e-mail: [h.ansz@il.pw.edu.pl](mailto:h.ansz@il.pw.edu.pl)

dr inż. **Nabi Ibadov** – Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Lądowej, Instytut Inżynierii Budowlanej, e-mail: [n.ibadov@il.pw.edu.pl](mailto:n.ibadov@il.pw.edu.pl)

inż. **Paweł Wielądek** – Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Lądowej