

Marcin Nowak

Politechnika Poznańska
Wydział Inżynierii Zarządzania
e-mail: marcin.nowak.mn@wp.pl
tel. 514 541 507

Arkadiusz Borowiec

Politechnika Poznańska
Wydział Inżynierii Zarządzania
e-mail: arkadiusz.borowiec.@put.poznan.pl
tel. 606 619 750

Prognoza rozwoju przedsiębiorczości w subregionach województwa wielkopolskiego z zastosowaniem teorii systemów szarych

***Streszczenie.** Celem artykułu jest przedstawienie możliwości wykorzystania metodologii systemów szarych w prognozowaniu rozwoju przedsiębiorczości. Do głównych determinant rozwoju przedsiębiorczości zaliczono liczbę i strukturę przestrzenną mikroprzedsiębiorstw oraz liczbę nowo zarejestrowanych podmiotów gospodarczych w poszczególnych subregionach województwa wielkopolskiego. Okres analizy obejmuje lata 2009-2013, a przeprowadzona prognoza dotyczy 2014 r. W artykule zaprezentowano sposób budowy szarego modelu prognostycznego pierwszego rzędu $GM(1,1)$ oraz wyniki badań własnych dotyczących jego stosowania w prognozowaniu rozwoju przedsiębiorczości w Wielkopolsce.*

***Słowa kluczowe:** przedsiębiorczość, małe i średnie przedsiębiorstwa, teoria systemów szarych, prognozowanie, $GM(1,1)$*

Wstęp

Zasadniczym problemem w rozwoju przedsiębiorczości w Polsce jest niespójność polityki państwa związanej z rozwojem sektora MŚP na poziomie ogólnopolskim z planowaniem regionalnym. Mimo że każdy region ma własny budżet i władze powołane do jego realizacji, to potrzeby i efekty związane z jego wykonaniem ciągle istotnie się rozmiągają.

Konieczne zatem poza planowaniem związanym z polityką władz na szczeblu krajowym i regionalnym jest prognozowanie poziomu, dynamiki i struktury

przedsiębiorstw funkcjonujących i nowo zarejestrowanych w poszczególnych regionach celem doboru odpowiednich narzędzi polityki państwa. Prognozy takie dają możliwość weryfikacji planów i urealnienia strategii tworzonych przez jednostki na każdym szczeblu zarządzania. Pozwalają także na dobór odpowiednich instrumentów ekonomicznych i prawnych poprawiających konkurencyjność firm sektora MŚP, a co za tym idzie – całych regionów i kraju.

Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie jednej z metod prognozowania liczby i struktury przestrzennej mikroprzedsiębiorstw oraz liczby nowo zarejestrowanych podmiotów gospodarczych w poszczególnych subregionach województwa wielkopolskiego jako jednej z głównych determinant rozwoju przedsiębiorczości. Badania empiryczne przeprowadzono z wykorzystaniem szarego modelu prognostycznego pierwszego rzędu GM(1,1). Okres analizy obejmuje lata 2009-2013, a przeprowadzona prognoza dotyczy 2014 r.

1. Rola sektora małych i średnich przedsiębiorstw w kreowaniu przedsiębiorczości regionów

Polityka regionalna jest jednym z istotnych elementów polityki społeczno-gospodarczej realizowanych w Polsce. Jej podstawowym celem jest rozwój konkurencyjności regionów przy zachowaniu spójności społecznej i ekonomicznej kraju.

Jednym z głównych czynników wpływających na rozwój konkurencyjności regionów i przyspieszających tempo ich wzrostu gospodarczego jest polityka dotycząca sektora małych i średnich przedsiębiorstw (MŚP). Tymczasem udział tych podmiotów w tworzeniu PKB jest wciąż na niższym poziomie niż średnia dla krajów Unii Europejskiej i wynosi 46,9%¹. Co więcej, w ostatnich kilku latach zaznacza się procentowy spadek wartości dodanej brutto wytworzonej przez mikroprzedsiębiorstwa kosztem zwiększenia udziału dużych przedsiębiorstw (wykres 1).

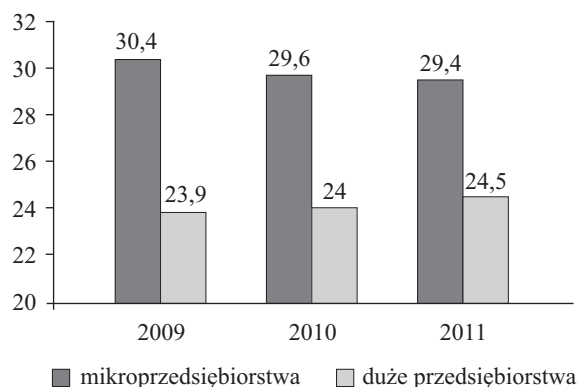
Z danych dotyczących liczby i struktury przedsiębiorstw wynika jednak, że Polacy są przedsiębiorczym narodem, gdyż poziom przedsiębiorczości, mierzony udziałem przedsiębiorców lub osób planujących rozpocząć działalność gospodarczą wśród pracujących, jest wyższy od średniej Unii Europejskiej². W Polsce działa aż 1,8 mln firm, z których jak powszechnie wiadomo zdecydowana większość to małe i średnie przedsiębiorstwa. Co więcej, jak wskazują dane PARP, w 2011 r. w porównaniu z 2010 r. nastąpił wzrost tej liczby o 3,4 p.p.³ Warto przy

¹ *Raport o stanie sektora małych i średnich przedsiębiorstw w Polsce w latach 2011-12*, red. A. Tarnawa, P. Zadura-Lichota, PARP, Warszawa 2013, s. 15.

² *Ibidem*, s. 18.

³ *Ibidem*.

Wykres 1. Wartość dodana brutto wytworzona przez mikro- i duże przedsiębiorstwa w latach 2009-2011 (w %)



Źródło: Raport o stanie sektora małych i średnich przedsiębiorstw w Polsce w latach 2011-12, red. A. Tarnawa, P. Zadura-Lichota, PARP, Warszawa 2013, s. 15.

tym podkreślić, że w stosunku do krajów Wspólnoty sektor MŚP w Polsce jest w większym stopniu zdominowany przez mikroprzedsiębiorstwa, co przekłada się na sytuację na rynku pracy. Mikrofirmy są największym pracodawcą w Polsce zatrudniającym ponad 5,7 mln osób z łącznej liczby 9 mln pracujących ogółem w przedsiębiorstwach⁴. Warto jednak pamiętać, że najważniejszym czynnikiem wpływającym na ten wynik jest bardzo wysoki udział osób samodzielnie pracujących na swój rachunek (69,9%).

Interesujących danych na temat sektora MŚP dostarczają także wskaźniki produktywności mierzone wynikami w relacji do nakładów. Okazuje się, że w 2010 r. polskie przedsiębiorstwa zajęły w tej klasyfikacji 6. miejsce wśród krajów UE, dystansując takie państwa, jak: Włochy, Hiszpania czy Szwecja. Na podstawie tych statystyk można jednak stwierdzić, że firmy sektora MŚP w Polsce charakteryzują się niewystarczającą pod względem produktywności działalnością inwestycyjną oraz wyraźnie niższym poziomem rozwoju w porównaniu do innych krajów Europy.

Sytuacja ta sprawia, że wzorem innych krajów Unii Europejskiej⁵ warto zastanowić się nad możliwością szerszego niż dotąd wsparcia najmniejszych podmiotów ze strony państwa celem większej aktywizacji najsłabiej rozwiniętych regionów. Jest to o tyle istotne, że mimo prowadzenia spójnej polityki europejskiej

⁴ Ibidem, s. 24.

⁵ *Małe i średnie przedsiębiorstwa a rozwój regionalny*, red. M. Stachowiak, S. Pyciński, PARP, Warszawa 2001, s. 13.

ciągle zauważa się w rozwoju społeczno-gospodarczym nasilanie się procesu terytorializacji⁶.

Kreowanie rozwoju zmusza jednak władze publiczne do wywierania wpływu na czynniki o charakterze zewnętrznym i wewnętrznym oraz tworzenie ich określonych kombinacji, co pozwala tworzyć odpowiednie modele polityki interwencji. Obecnie funkcjonuje wiele teorii rozwoju regionalnego uwzględniających podmioty sektora MŚP.

Tabela 1. Największe bariery w prowadzeniu działalności gospodarczej w Polsce (w %)

Województwo	Skomplikowane procedury	Niejasne prawo	Zły system podatkowy
Dolnośląskie	35	27	18
Kujawsko-pomorskie	21	36	54
Lubelskie	24	40	60
Lubuskie	31	50	25
Łódzkie	37	34	20
Małopolskie	35	33	31
Mazowieckie	40	32	25
Opolskie	31	13	31
Podkarpackie	48	43	22
Podlaskie	29	50	21
Pomorskie	28	33	38
Śląskie	35	38	22
Świętokrzyskie	44	25	25
Warmińsko-mazurskie	33	17	39
Wielkopolskie	32	27	25
Zachodniopomorskie	41	35	32

Źródło: Europejski Program Modernizacji Polskich Firm, *MŚP pod lupą*, 2011, www.epmpf.eu/pl/files/library/images/Raport_EP_MPF_-_MŚP_pod_lupa.pdf, s. 33 [20.04.2014].

Ciągle jednak istnieje zbyt wiele barier związanych z prowadzeniem działalności przez najmniejszych przedsiębiorców. Duży problem stanowią np. zwiększające się koszty pracy oraz wysokie podatki. Z badania przeprowadzonego w 2012 r. przez Związek Przedsiębiorców i Pracodawców oraz Dom Badawczy Maison wynika, że w obszarach tych wśród właścicieli firm sektora MŚP nastąpił radykalny wzrost niezadowolenia (średnio nawet o 20 p.p.). Pogorszyła się także sytuacja dotycząca biurokracji – nadmiar obowiązków w tym zakresie wskazuje

⁶ D. Andrzejczyk, *Przedsiębiorczość małych i średnich przedsiębiorstw w Polsce – ujęcie regionalne*, „Roczniki Ekonomiczne Kujawsko-Pomorskiej Szkoły Wyższej w Bydgoszczy” 2010, nr 3, s. 138.

aż 37% przedsiębiorców. Taki sam odsetek dotyczy oceny związanej ze niestabilnością prawa⁷.

Podobne opinie przedsiębiorców dominują w badaniu TNS Pentor, przeprowadzonym na próbie 600 podmiotów sektora MŚP. Prawie 70% z nich określa warunki do prowadzenia działalności w Polsce jako trudne lub bardzo trudne. Czynnikiem, z których przedsiębiorcy są najbardziej niezadowoleni, są problemy administracyjne, zawiły system podatkowy oraz niejasne prawo. W tabeli 1 przedstawiono te bariery w ujęciu regionalnym.

Długą listę barier dotyczącą rozwoju przedsiębiorczości co roku publikuje organizacja PKPP Lewiatan. Raport z 2011 r. dowodzi, że podobnie jak w innych przytoczonych badaniach jednym z najtrudniejszych obszarów działalności firm sektora MŚP są podatki⁸. Na tle przedstawionych faktów oraz wyników badań o charakterze wtórnym powstaje pytanie o planowanie polityki państwa związanej z rozwojem sektora MŚP w Polsce w aspekcie ogólnopolskim oraz regionalnym. Wydaje się, że mimo upływu lat niewiele się w tym zakresie zmienia, a sektor MŚP w Polsce nadal boryka się z tymi samymi problemami, z którymi zmagał się w poprzednich dziesięcioleciach.

2. Istota teorii systemów szarych i jej zastosowanie w prognozowaniu szeregów czasowych

Pojęcie systemów szarych (*Grey System*) pojawiło się po raz pierwszy w 1982 r. w publikacji Julonga Denga⁹. Określił on tym mianem systemy, których parametry są niekompletne, obciążone błędami, a mechanizmy, którym podlegają, nie są całkowicie znane¹⁰. Pierwszy systematyczny wykład w języku angielskim przedstawiający rozległe możliwości aplikacyjne teorii systemów szarych ukazał się jednak dopiero w 1989 r.¹¹ Na przestrzeni ostatnich 25 lat przedstawiono liczne zastosowania tej teorii, zwłaszcza w obszarze nauk technicznych i ekonomicznych¹².

⁷ A. Baranowska-Skimina, *Koniunktura gospodarcza wg MŚP I kw. 2014*, www.egospodarka.pl/106977,Koniunktura-gospodarcza-wg-MŚP-I-kw-2014,1,39,1.html [20.04.2014].

⁸ *Czarna lista barier dla rozwoju przedsiębiorczości 2011*, PKPP Lewiatan, http://konfederacja-lewiatan.pl/_files/2011_03/clb2011_prev.pdf [20.04.2014].

⁹ J. Deng, *The grey control system*, „Journal of Huazhong University of Science and Technology” 1982, nr 3(9), s. 18.

¹⁰ J. Deng, *Introduction to grey system theory*, „The Journal of Grey System” 1989, nr 1(1), s. 1-24.

¹¹ J. Deng, *A Course on Grey Systems Theory*, Publishing House, Huazhong University of Technology, Wuhan 1990

¹² R. Mierzwia, K. Werner, *Contemporary methods of demand forecasting based on time series*, w: *Logistics in the enterprises – selected aspects*, red. M. Fertsch, K. Grzybowski, Wyd. Politechniki Poznańskiej, Poznań 2010, pkt 7, s. 125-139.

W rozwoju możliwości zastosowań teorii systemów szarych wyróżnia się trzy zasadnicze kierunki:

- badanie siły związku między zmiennymi modelu (*Grey Relational Analysis* – GRA),
- badania w zakresie wspomaganie procesu podejmowania decyzji (*Grey Decision Making* – GDM),
- prognozowanie krótkich szeregów czasowych z wykorzystaniem modeli szarych pierwszego rzędu – GM (1,1)¹³.

Jedną z głównych zalet stosowania teorii systemów szarych w praktyce gospodarczej jest możliwość modelowania i dokonywania prognoz krótkookresowych szeregów finansowych i ekonomicznych¹⁴.

3. Metodologia tworzenia modelu szarego pierwszego rzędu GM(1,1)

Istotą teorii modeli szarych jest możliwość opisanie zachowania systemu na podstawie obserwowanego symptomu $x^{(0)}(k)$, gdzie $k = 1, 2, \dots, n$. Modele szare w postaci ogólnej można przedstawić jako równania różniczkowe l rzędu z wymuszeniem rzędu m ¹⁵.

$$\frac{dx(t)^{(1)}}{dt} + ax(t)^{(1)} = b \quad (1)$$

gdzie: a, b – parametry modelu.

W literaturze przedmiotu modele szare oznaczają się ogólnie jako GM (l, m). Równanie różniczkowe (1) rozwiązuje się w następujących krokach:

1. Określenie wektora wartości początkowych¹⁶:

$$X^{(0)} = [x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), \dots, x^{(0)}(k)] \quad (2)$$

przy czym liczba reprezentacji $k \geq 4$.

¹³ R. Mierzwiak, K. Werner, A. Pochmara, *Zastosowanie teorii systemów szarych w prognozowaniu ekonomicznych szeregów czasowych*, www.profuturo.agh.edu.pl/pliki/Referaty_IV_KKMU/NE/MIERZWIAK_RAFAL.pdf, s. 629 [12.11.2013].

¹⁴ S. Barczak, *Zastosowanie teorii szarych systemów do przewidywania przyszłych ofert składanych na aukcjach pierwszej ceny poprzez pryzmat modelu szarego GM (1,1)*, „Zeszyty Naukowe Wydziałowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach” 2013: *Innowacje w finansach i ubezpieczeniach – metody matematyczne i informatyczne*, s. 7-18.

¹⁵ C. Cempel, M. Tabaszewski, *Zastosowanie teorii szarych systemów do modelowania i prognozowania w diagnostyce maszyn*, „Diagnostyka” 2007, nr 2, s. 11-18.

¹⁶ R. Mierzwiak, K. Werner, A. Pochmara, op. cit., s. 629.

2. Wyznaczenie wektora sum cząstkowych – AGO* (*Accumulating Generating Operation*):

$$X^{(1)}(k) = \sum_{i=1}^k x^{(0)}(i), \quad k = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

Rozwiązując równanie (3), otrzymuje się monotonicznie rosnący wektor AGO¹⁷:

$$X^{(1)} = [x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), \dots, x^{(0)}(n)] \quad (4)$$

3. Model pierwszego rzędu GM (1,1), będący równaniem różniczkowym (1) dla wyznaczonego wektora AGO, przyjmuje postać:

$$\frac{dx^{(1)}(t)}{dt} + ax^{(1)}(t) = u \quad (5)$$

gdzie:

t – zmienna czasowa z krokiem jeden (zmienna niezależna),

$x^{(1)}(t)$ – zmienna reprezentująca proces AGO (zmienna zależna),

a – parametr reprezentujący rozwój procesu w czasie (eksponent wzrostu),

u – parametr reprezentujący szarą informację.

4. Rozwiązaniem równania różniczkowego (5) jest równanie prognozy wektora wierszowego AGO:

$$\hat{x}^{(1)}(k+1) = \left[x^{(0)}(1) - \frac{u}{a} \right] \exp(-ak) + \frac{u}{a} \quad (6)$$

gdzie $\hat{x}^{(1)}(k+1)$ jest wartością prognozy wektora AGO dla momentu $(k+1)$.

5. Korzystając z równania różniczkowego (5), można wyznaczyć zarówno równanie wsteczne (7), jak i regresywne (8):

$$x^{(1)}(k+1) - x^{(1)}(k) + ax^{(1)}(k) = u \quad (7)$$

$$x^{(1)}(k+1) - x^{(1)}(k) + ax^{(1)}(k+1) = u \quad (8)$$

Łącząc równania (7) i (8), otrzymuje się równanie będące finalnym różniczkowym modelem szarym I rzędu:

¹⁷ C. Cempel, M. Tabaszewski, op. cit., s. 12.

$$x^{(0)}(k) = \frac{a}{2} [x^{(1)}(k) + x^{(1)}(k+1)] + u \quad (9)$$

6. Przybliżenie rozwiązania równania (9) może odbyć się z wykorzystaniem numerycznego rozwiązania na podstawie metody najmniejszych kwadratów w sposób iteracyjny:

$$[a, u]^T = (B^T B)^{-1} B^T [x^{(0)}]^T \quad (10)$$

gdzie B reprezentuje macierz (11):

$$B = \begin{bmatrix} -[x^{(1)}(1) + x^{(1)}(2)] \times \frac{1}{2} & 1 \\ -[x^{(1)}(2) + x^{(1)}(3)] \times \frac{1}{2} & 1 \\ \vdots & \vdots \\ -[x^{(1)}(n-1) + x^{(1)}(n)] \times \frac{1}{2} & 1 \end{bmatrix} \quad (11)$$

7. Korzystając z wektora prognoz sum cząstkowych AGO definiuje się przekształcenie odwrotne IAGO*:

$$\hat{x}^{(0)}(k+1) = \hat{x}^{(1)}(k+1) - x^{(1)}(k) \quad (12)$$

Prognozę dla modelu GM (1,1) oblicza się, stosując równanie (9):

$$\hat{x}^{(0)}(k+1) = \left[x^{(0)}(1) - \frac{u}{a} \right] (e^{-ak} - e^{-a(k-1)}), k = 2, 3, \dots, n \quad (13)$$

Rozwiązanie równania różniczkowego pierwszego rzędu (13) ma rozwiązanie wykładnicze.

4. Struktura mikro- i nowo zarejestrowanych przedsiębiorstw w województwie wielkopolskim w latach 2009-2013

Wielkopolska jest jednym z najzamożniejszych i najbardziej rozwiniętych gospodarczo regionów w kraju. Głównym czynnikiem decydującym o jej atrakcyjności jest niski poziom bezrobocia, który w grudniu 2013 r. wyniósł 9,6% i był o niemal 4 p.p. niższy niż krajowa stopa bezrobocia (13,4%)¹⁸.

¹⁸ Dane na grudzień 2013 r., www.stat.gov.pl/cps/rde/xbcr/gus/PW_miesie_inf_o_bezrob_reje-str_w_polsce_12m_2013.pdf [18.04.2014].

Województwo wielkopolskie zamieszkuje 3 462 200 osób, co stanowi 8,98% populacji Polski¹⁹. Jednocześnie w regionie wytwarza się 9,3% produktu krajowego brutto²⁰. Na koniec 2013 r. w Wielkopolsce funkcjonowały 397 855 podmioty gospodarcze, z których przeważającą część (75,38%) stanowiły osoby fizyczne prowadzące działalność gospodarczą (299 909)²¹. W tabeli 2 przedstawiono strukturę przestrzenną mikroprzedsiębiorstw województwa wielkopolskiego w latach 2009-2013.

Tabela 2. Struktura mikroprzedsiębiorstw w województwie wielkopolskim w latach 2009-2013

Wyszczególnienie		2009	2010	2011	2012	2013
Liczba wszystkich podmiotów gospodarczych		359 350	375 482	376 483	387 977	397 855
Liczba osób fizycznych prowadzących działalność gospodarczą		279 841	291 948	289 631	295 101	299 909
Liczba mikroprzedsiębiorstw	subregion kaliski	54 172	57 073	56 298	57 186	58 529
	subregion koniński	50 993	53 549	53 379	53 999	55 085
	subregion leszczyński	49 813	51 184	51 007	51 402	52 646
	subregion pilski	30 075	31 826	31 280	31 288	32 348
	subregion poznański	63 832	68 209	69 607	72 165	74 885
	subregion m. poznań	89 925	92 967	94 405	96 702	99 296

Źródło: opracowanie własne na podstawie: *Rocznik Statystyczny Województwa Wielkopolskiego*, edycje: 2013, 2012, 2011, 2010, 2009, Urząd Statystyczny w Poznaniu, Poznań.

Liczba wszystkich podmiotów gospodarczych w województwie wielkopolskim w latach 2009-2013 wykazuje tendencję wzrostową. W ostatnich 5 latach liczba tych podmiotów wzrosła o ponad 10 p.p. Z danych przedstawionych w tabeli 2 wynika, że najmniejszą dynamikę wzrostu odnotowano na przełomie 2010 i 2011 r.

Podobne tendencje są widoczne w przypadku liczby osób prowadzących działalność gospodarczą w analogicznym okresie. I w tym przypadku najtrudniejszym czasem dla przedsiębiorców okazał się przełom 2010 i 2011 r., gdy nastąpił nieznaczny spadek liczby osób fizycznych prowadzących działalność gospodarczą. Na koniec 2013 r. osoby fizyczne prowadzące działalność gospodarczą stanowiły 75,38% wszystkich podmiotów gospodarczych w województwie wielkopolskim.

Największa liczba mikroprzedsiębiorstw w województwie wielkopolskim zarejestrowana jest w subregionie m. Poznań i w subregionie poznańskim. Subregiony o najniższej liczbie mikroprzedsiębiorstw w Wielkopolsce w latach 2009-2013 to subregiony: pilski, leszczyński i koniński.

¹⁹ *Rocznik statystyczny województw 2013*, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 2012, s. 38.

²⁰ Dane na grudzień 2011 r., ibidem, s. 625.

²¹ *Zmiany strukturalne grup podmiotów gospodarki narodowej w rejestrze REGON w województwie wielkopolskim, 2013 r.*, Urząd Statystyczny w Poznaniu, Poznań 2014.

W tabeli 3 przedstawiono strukturę przestrzenną nowo powstających przedsiębiorstw w województwie wielkopolskim w latach 2009-2013.

Tabela 3. Struktura przestrzenna nowo zarejestrowanych przedsiębiorstw w województwie wielkopolskim w latach 2009-2013

Wyszczególnienie		2009	2010	2011	2012	2013
Liczba wszystkich nowo zarejestrowanych podmiotów gospodarczych		33 380	38 182	33 847	35 353	35 507
Liczba osób fizycznych prowadzących działalność gospodarczą		29 498	32 985	29 071	28 273	29 130
Liczba przedsiębiorstw nowo zarejestrowanych	subregion kaliski	5 776	6 591	5 337	5 892	5 505
	subregion koniński	5 197	6 154	5 299	5 543	5 432
	subregion leszczyński	5 020	5 635	4 700	4 778	4 987
	subregion pilski	3 379	4 023	3 301	3 432	3 601
	subregion poznański	6 087	7 117	6 430	6 700	6 916
	subregion m. Poznań	7 921	8 662	8 780	9 008	9 066

Źródło: opracowanie własne na podstawie: *Rocznik Statystyczny Województwa Wielkopolskiego*, edycje: 2013, 2012, 2011, 2010, 2009, Urząd Statystyczny w Poznaniu, Poznań.

W latach 2009-2013 w województwie wielkopolskim powstawało średnio 35254 podmiotów gospodarczych rocznie. Dane przedstawione w tabeli wskazują, że największa intensywność tego procesu miała miejsce w 2010 r., a najniższa w 2009 r. Analogiczne tendencje widoczne są dla nowo zarejestrowanych osób fizycznych prowadzących działalność gospodarczą. Liczba nowo zarejestrowanych przedsiębiorstw w latach 2009-2013 była największa dla subregionu m. Poznań oraz dla subregionu poznańskiego. Najmniejszą liczbą nowo zarejestrowanych przedsiębiorstw charakteryzowały się subregiony: pilski, leszczyński i koniński.

Z tabeli wynika też, że na przestrzeni lat 2009-2013 największy przyrost nowo zarejestrowanych przedsiębiorstw odnotowały subregiony m. Poznań (niespełna 14,5 p.p.) i poznański (13,6 p.p.), a w subregionach kaliskim i leszczyńskim w okresie 2009-2013 liczba nowo zarejestrowanych przedsiębiorstw zmalała.

5. Prognoza struktury przestrzennej mikroprzedsiębiorstw oraz przedsiębiorstw nowo zarejestrowanych w Wielkopolsce w 2014 r.

Przeprowadzając prognozę struktury przestrzennej mikroprzedsiębiorstw w województwie wielkopolskim w 2014 r., posłużono się modelem szarym pierwszego rzędu, oznaczanym w literaturze przedmiotu jako GM(1,1). W obliczeniach zastosowano równanie (13):

$$\hat{x}^{(0)}(k+1) = \left[x^{(0)}(1) - \frac{u}{a} \right] (e^{-ak} - e^{-a(k-1)}), k = 2, 3, \dots, n$$

Wektor obserwowanych symptomów $x^{(0)}$ składał się z $k = 5$ -zmiennych niezależnych, które odzwierciedlały lata 2009-2013. W tabeli 4 przedstawiono strukturę przestrzenną mikroprzedsiębiorstw w województwie wielkopolskim w latach 2009-2013 i jej prognozę na 2014 r.

Tabela 4. Prognoza struktury przestrzennej mikroprzedsiębiorstw w województwie wielkopolskim w 2014 r.

Wyszczególnienie		2009	2010	2011	2012	2013	2014
Liczba wszystkich podmiotów		359 350	375 482	376 483	387 977	397 855	404 585
Liczba osób fizycznych prowadzących działalność gospodarczą		279 841	291 948	289 631	295 101	299 909	301 593
Liczba mikro- przedsiębiorstw	subregion kaliski	54 172	57 073	56 298	57 186	58 529	58 607
	subregion koniński	50 993	53 549	53 379	53 999	55 085	55 328
	subregion leszczyński	49 813	51 184	51 007	51 402	52 646	52 772
	subregion pilski	30 075	31 826	31 280	31 288	32 348	32 085
	subregion poznański	63 832	68 209	69 607	72 165	74 885	77 058
	subregion m. Poznań	89 925	92 967	94 405	96 702	99 296	101 291

Źródło: opracowanie własne na podstawie: *Rocznik Statystyczny Województwa Wielkopolskiego*, edycje: 2013, 2012, 2011, 2010, 2009, Urząd Statystyczny w Poznaniu, Poznań.

Zgodnie z prognozami przedstawionymi w tabeli 4 liczba podmiotów gospodarczych w województwie wielkopolskim w 2014 r. przekroczy granicę 400 tys. Udział osób fizycznych prowadzących działalność gospodarczą w ogólnej liczbie podmiotów spadnie poniżej 75% (74,54%). We wszystkich subregionach województwa z wyjątkiem subregionu pilskiego liczba mikroprzedsiębiorstw w 2014 r. wzrośnie. Najbardziej dynamiczny wzrost przypadnie na subregion poznański (niespełna 3 p.p.) oraz subregion m. Poznań (2 p.p.). W regionach kaliskim, konińskim oraz leszczyńskim wzrost ten będzie ledwie zauważalny, nieprzekraczający 1 p.p.

W tabeli 5 przedstawiono błędy względne prognoz dotyczącej struktury przestrzennej mikroprzedsiębiorstw województwa wielkopolskiego. Błędy *ex post* prognoz zostały obliczone dla $k = 2, \dots, 5$. Obrazują one jakość dopasowania modelu prognostycznego $\hat{x}^{(0)}$ do uzyskiwanych wartości rzeczywistych analizowanego szeregu $x^{(0)}$.

Dokonując agregacji wszystkich błędów względnych *ex post* modelu prognostycznego uzyskuje się średni błąd względny na poziomie 0,006639875, czyli 0,66%. Tak nieznaczny błąd dopasowania modelu do zmiennych obserwowanych świadczy o bardzo wysokiej jakości modelu prognostycznego, a tym samym o uzyskaniu wiarygodnych prognoz.

Tabela 5. Błędy względne modelu prognostycznego GM(1,1) dotyczącego liczby mikroprzedsiębiorstw w subregionach województwa wielkopolskiego w latach 2009-2014

Okres	k=1	k=2	k=3	k=4	k=5	k=6
Liczba wszystkich podmiotów						
$x^{(0)}$	359 350	375 482	376 483	387 977	397 855	–
$\hat{x}^{(0)}$	–	372 672	380 406	388 301	396 359	404 585
$ (x^{(0)} - \hat{x}^{(0)})/x^{(0)} $	–	0,007484	0,01042	0,00084	0,00376	–
Liczba osób fizycznych prowadzących działalność gospodarczą						
$x^{(0)}$	279 841	291 948	289 631	295 101	299 909	–
$\hat{x}^{(0)}$	–	289 735	292 655	295 604	298 583	301 593
$ (x^{(0)} - \hat{x}^{(0)})/x^{(0)} $	–	0,00758	0,01044	0,0017	0,004421	–
Liczba mikroprzedsiębiorstw w subregionie kaliskim						
$x^{(0)}$	54 172	57 073	56 298	57 186	58 529	–
$\hat{x}^{(0)}$	–	56 479	57 004	57 533	58 068	58 607
$ (x^{(0)} - \hat{x}^{(0)})/x^{(0)} $	–	0,010408	0,01254	0,00607	0,007876	–
Liczba mikroprzedsiębiorstw w subregionie konińskim						
$x^{(0)}$	50 993	53 549	53 379	53 999	55 085	–
$\hat{x}^{(0)}$	–	53 217	53 737	54 263	54 793	55 328
$ (x^{(0)} - \hat{x}^{(0)})/x^{(0)} $	–	0,006195	0,006714	0,004881	0,005303	–
Liczba mikroprzedsiębiorstw w subregionie leszczyńskim						
$x^{(0)}$	49 813	51 184	51 007	51 402	52 646	–
$\hat{x}^{(0)}$	–	50 840	51 317	51 797	52 283	52 772
$ (x^{(0)} - \hat{x}^{(0)})/x^{(0)} $	–	0,006711	0,006073	0,007693	0,006901	–
Liczba mikroprzedsiębiorstw w subregionie pilskim						
$x^{(0)}$	30 075	31 826	31 280	31 288	32 348	–
$\hat{x}^{(0)}$	–	31 447	31 606	31 765	31 924	32 085
$ (x^{(0)} - \hat{x}^{(0)})/x^{(0)} $	–	0,011899	0,010407	0,015230	0,013097	–
Liczba mikroprzedsiębiorstw w subregionie poznańskim						
$x^{(0)}$	63 832	68 209	69 607	72 165	74 885	–
$\hat{x}^{(0)}$	–	67 847	70 041	72 306	74 644	77 058
$ (x^{(0)} - \hat{x}^{(0)})/x^{(0)} $	–	0,005304	0,006239	0,001957	0,003212	–
Liczba mikroprzedsiębiorstw w subregionie m. Poznań						
$x^{(0)}$	89 925	92 967	94 405	96 702	99 296	–
$\hat{x}^{(0)}$	–	92 663	94 748	96 881	99 061	101 291
$ (x^{(0)} - \hat{x}^{(0)})/x^{(0)} $	–	0,003275	0,003635	0,001849	0,002362	–

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań empirycznych.

W tabeli 6 przedstawiono strukturę przestrzenną nowo zarejestrowanych przedsiębiorstw w województwie wielkopolskim w latach 2009-2013 wraz z jej prognozą na 2014 r.

Zgodnie z danymi przedstawionymi w tabeli 6 liczba wszystkich nowo zarejestrowanych podmiotów gospodarczych w 2014 r. zmaleje w stosunku do 2013 r. i wyniesie niespełna 34 100. Zdecydowanie większą dynamikę spadku w 2014 r.

Tabela 6. Prognoza struktury przestrzennej nowo zarejestrowanych przedsiębiorstw w województwie wielkopolskim w 2014 r.

Wyszczególnienie		2009	2010	2011	2012	2013	2014
Liczba wszystkich nowo zarejestrowanych podmiotów gospodarczych		33 380	38 182	33 847	35 353	35 507	34 081
Liczba nowo zarejestrowanych osób fizycznych prowadzących działalność gospodarczą		29 498	32 985	29 071	28 273	29 130	26 802
Liczba przedsiębiorstw nowo zarejestrowanych	subregion kaliski	5 776	6 591	5 337	5 892	5 505	5 166
	subregion koniński	5 197	6 154	5 299	5 543	5 432	5 130
	subregion leszczyński	5 020	5 635	4 700	4 778	4 987	4 554
	subregion pilski	3 379	4 023	3 301	3 432	3 601	3 300
	subregion poznański	6 087	7 117	6 430	6 700	6 916	6 706
	subregion m. Poznań	7 921	8 662	8 780	9 008	9 066	9 244

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań empirycznych.

odnotuje liczba nowo rejestrowanych osób fizycznych prowadzących działalność gospodarczą, która zmaleje z 29130 w 2013 r. do 26802 w 2014 r.

W odniesieniu do poszczególnych subregionów wszystkie z wyjątkiem subregionu m. Poznań odnotują w 2014 r. tendencje spadkowe w zakresie liczby nowo zarejestrowanych podmiotów gospodarczych. W najgorszej sytuacji według tego kryterium znajdują się subregiony leszczyński oraz pilski, gdzie spadki przekroczą 8 p.p. w stosunku do roku poprzedniego. W subregionie m. Poznań wzrost liczby nowo zarejestrowanych przedsiębiorstw wyniesie niespełna 2 p.p.

W tabeli 7 przedstawiono błędy względne prognoz dotyczącej struktury przestrzennej nowo zarejestrowanych przedsiębiorstw województwa wielkopolskiego w 2014 r. Błędy *ex post* prognoz zostały obliczone dla $k = 2, \dots, 5$. Obrazują one jakość dopasowania modelu prognostycznego $\hat{x}^{(0)}$ do uzyskiwanych wartości rzeczywistych analizowanego szeregu $x^{(0)}$.

Agregując wszystkie względne prognozy dotyczące poszczególnych kategorii i subregionów przedstawionych w tabeli 7, uzyskuje się średni błąd *ex post* prognozy na poziomie 0,039583, czyli 3,96%. Wynik ten, choć wydaje się zadowalający (<5%), jest zdecydowanie gorszy niż w przypadku prognozy liczby mikroprzedsiębiorstw przedstawionych w tabeli 5. Warto jednak zauważyć, że w przypadku prognozy dotyczącej liczby nowo zarejestrowanych przedsiębiorstw w subregionie m. Poznań, a tym samym subregionu o największej liczbie tych podmiotów, średni błąd prognozy wynosi zaledwie 0,00324, czyli 0,324%. Wynik ten świadczy o bardzo dobrej jakości dopasowania modelu prognostycznego do obserwowalnych danych rzeczywistych, a tym samym o uzyskaniu wiarygodnych prognoz.

Tabela 7. Błędy względne modelu prognostycznego GM(1,1) dotyczącego liczby nowo zarejestrowanych przedsiębiorstw w subregionach województwa wielkopolskiego w latach 2009-2014

Okres	$k=1$	$k=2$	$k=3$	$k=4$	$k=5$	$k=6$
Liczba wszystkich podmiotów						
$x^{(0)}$	33 380	38 182	33 847	35 353	35 507	–
$\hat{x}^{(0)}$	–	36 730	36 049	35 380	34 724	34 081
$ (x^{(0)} - \hat{x}^{(0)})/x^{(0)} $	–	0,038033	0,065052	0,000776	0,022040	–
Liczba osób fizycznych prowadzących działalność gospodarczą						
$x^{(0)}$	29 498	32 985	29 071	28 273	29 130	–
$\hat{x}^{(0)}$	–	31 799	30 469	29 194	27 973	26 802
$ (x^{(0)} - \hat{x}^{(0)})/x^{(0)} $	–	0,035954	0,048080	0,032578	0,039728	–
Liczba przedsiębiorstw nowo zarejestrowanych w subregionie kaliskim						
$x^{(0)}$	5 776	6 591	5 337	5 892	5 505	–
$\hat{x}^{(0)}$	–	6 254	5 962	5 684	5 419	5 166
$ (x^{(0)} - \hat{x}^{(0)})/x^{(0)} $	–	0,051158	0,117141	0,035277	0,015608	–
Liczba przedsiębiorstw nowo zarejestrowanych w subregionie konińskim						
$x^{(0)}$	5 197	6 154	5 299	5 543	5 432	–
$\hat{x}^{(0)}$	–	5 906	5 701	5 504	5 314	5 130
$ (x^{(0)} - \hat{x}^{(0)})/x^{(0)} $	–	0,040355	0,075936	0,007004	0,021762	–
Liczba przedsiębiorstw nowo zarejestrowanych w subregionie leszczyńskim						
$x^{(0)}$	5 020	5 635	4 700	4 778	4 987	–
$\hat{x}^{(0)}$	–	5 321	5 118	4 923	4 735	4 554
$ (x^{(0)} - \hat{x}^{(0)})/x^{(0)} $	–	0,055784	0,088892	0,030278	0,050535	–
Liczba przedsiębiorstw nowo zarejestrowanych w subregionie pilskim						
$x^{(0)}$	3 379	4 023	3 301	3 432	3 601	–
$\hat{x}^{(0)}$	–	3 770	3 646	3 527	3 412	3 300
$ (x^{(0)} - \hat{x}^{(0)})/x^{(0)} $	–	0,062987	0,104619	0,027715	0,052544	–
Liczba przedsiębiorstw nowo zarejestrowanych w subregionie poznańskim						
$x^{(0)}$	6 087	7 117	6 430	6 700	6 916	–
$\hat{x}^{(0)}$	–	6 842	6 808	6 774	6 740	6 706
$ (x^{(0)} - \hat{x}^{(0)})/x^{(0)} $	–	0,038623	0,058747	0,010977	0,025519	–
Liczba przedsiębiorstw nowo zarejestrowanych w subregionie m. Poznań						
$x^{(0)}$	7 921	8 662	8 780	9 008	9 066	–
$\hat{x}^{(0)}$	–	8 664	8 806	8 950	9 096	9 244
$ (x^{(0)} - \hat{x}^{(0)})/x^{(0)} $	–	0,000265	0,002933	0,006491	0,003270	–

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań empirycznych.

Podsumowanie

W artykule przedstawiono metodę prognozowania rozwoju przedsiębiorczości z zastosowaniem teorii systemów szarych. Jako kryterium analityczne przyjęto liczbę mikroprzedsiębiorstw, ich strukturę przestrzenną oraz liczbę nowo

zarejestrowanych przedsiębiorstw w województwie wielkopolskim. Zastosowano szary model prognostyczny GM (1,1). Wektor zmiennych wejściowych modelu obejmował lata 2009-2013, a prognoza dotyczyła 2014 r.

Średni błąd względny *ex post* modelu prognostycznego dotyczącego liczby i struktury przestrzennej mikroprzedsiębiorstw w województwie wielkopolskim wyniósł 0,66%, a modelu dotyczącego liczby nowo zarejestrowanych przedsiębiorstw 3,96%. Wielkości te wskazują na wysoką jakość prognostyczną uzyskanego modelu, a otrzymane prognozy można uznać za wiarygodne.

Do najważniejszych zalet zastosowania metodologii systemów szarych w prognozowaniu wielkości makroekonomicznych można zaliczyć możliwość modelowania i prognozowania bardzo krótkich szeregów czasowych ($k \geq 4$), dla których jakość prognoz jest najlepsza, oraz łatwość i krótki czas niezbędny na dokonanie obliczeń.

Zgodnie z przeprowadzoną prognozą w 2014 r. w województwie wielkopolskim liczba wszystkich podmiotów gospodarczych wzrośnie o ponad 1,5 p.p., a liczba osób fizycznych prowadzących działalność gospodarczą – o nieco ponad 0,5 p.p. Jedynym subregionem województwa wielkopolskiego, w którym liczba mikroprzedsiębiorstw spadnie, będzie subregion pilski. Największy wzrost liczby mikroprzedsiębiorstw zanotują zaś subregion poznański i subregion m. Poznań.

Przeprowadzona prognoza na 2014 r. wskazuje również, że liczba wszystkich nowo zarejestrowanych podmiotów w stosunku do 2013 r. w województwie wielkopolskim spadnie o ponad 4%. Tendencja ta będzie jeszcze bardziej widoczna w przypadku osób fizycznych prowadzących działalność gospodarczą (spadek o 8 p.p.). Jedynym subregionem województwa Wielkopolskiego, który odnotuje w 2014 r. wzrost liczby nowo zarejestrowanych przedsiębiorstw, będzie subregion m. Poznań.

Przeprowadzona prognoza stanowi przykład narzędzi umożliwiających podniesienie efektywności doboru instrumentów polityki państwa w zakresie działań poprawiających konkurencyjność firm sektora MŚP zarówno na obszarze Wielkopolski, jak i całego kraju.

Literatura

- Andrzejczyk D., *Przedsiębiorczość małych i średnich przedsiębiorstw w Polsce – ujęcie regionalne*, „Roczniki Ekonomiczne Kujawsko-Pomorskiej Szkoły Wyższej w Bydgoszczy” 2010, nr 3.
- Baranowska-Skimina A., *Koniunktura gospodarcza wg MŚP I kw. 2014*, [www.egospodarka.pl/106977,Koniunktura-gospodarcza-wg-MŚP-I-kw-2014,1,39,1.html](http://www.egospodarka.pl/106977,Koniunktura-gospodarcza-wg-MSP-I-kw-2014,1,39,1.html) [20.04.2014].
- Barczak S., *Zastosowanie teorii szarych systemów do przewidywania przyszłych ofert składanych na aukcjach pierwszej ceny poprzez pryzmat modelu szarego GM (1,1)*, „Zeszyty Naukowe Wydziałowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach” 2013: *Innowacje w finansach i ubezpieczeniach – metody matematyczne i informatyczne*.

- Cempel C., Tabaszewski M., *Zastosowanie teorii szarych systemów do modelowania i prognozowania w diagnostyce maszyn*, „Diagnostyka” 2007, nr 2.
- Czarna lista barier dla rozwoju przedsiębiorczości 2011, PKPP Lewiatan, http://konfederacjalewiantan.pl/files/2011_03/clb2011_prev.pdf [20.04.2014].
- Deng J., *A Course on Grey Systems Theory*, Publishing House, Huazhong University of Technology, Wuhan 1990.
- Deng J., *Introduction to grey system theory*, „The Journal of Grey System” 1989, nr 1 (1).
- Deng J., *The grey control system*, „Journal of Huazhong University of Science and Technology” 1982, nr 3 (9).
- Europejski Program Modernizacji Polskich Firm, *MŚP pod lupą*, 2011, www.epmpf.eu/pl/files/library/images/Raport_EP_MPF_-_MŚP_pod_lupa.pdf [20.04.2014].
- Małe i średnie przedsiębiorstwa a rozwój regionalny*, red. M. Stachowiak, S. Pyciński, PARP, Warszawa 2001.
- Mierzwiak R., Werner K., *Contemporary methods of demand forecasting based on time series, w: Logistics in the enterprises – selected aspects*, red. M. Fertsch, K. Grzybowska, Wyd. Politechniki Poznańskiej, Poznań 2010.
- Mierzwiak R., Werner K., Pochmara A., *Zastosowanie teorii systemów szarych w prognozowaniu ekonomicznych szeregów czasowych*, www.profuturo.agh.edu.pl/pliki/Referaty_IV_KKMU/NE/MIERZWIAK_RAFAL.pdf [12.11.2013].
- Raport o stanie sektora małych i średnich przedsiębiorstw w Polsce w latach 2011-12*, red. A. Tarnawa, P. Zadura-Lichota, PARP, Warszawa 2013.
- Rocznik statystyczny województw 2013*, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 2012.
- Rocznik Statystyczny Województwa Wielkopolskiego*, edycje: 2013, 2012, 2011, 2010, 2009, Urząd Statystyczny w Poznaniu, Poznań.
- Zmiany strukturalne grup podmiotów gospodarki narodowej w rejestrze REGON w województwie Wielkopolskim, 2013 r.*, Urząd Statystyczny w Poznaniu, Poznań 2014.
- www.stat.gov.pl/cps/rde/xbcr/gus/PW_miesie_inf_o_bezrob_rejestr_w_polsce_12m_2013.pdf [18.04.2014].

A forecast of company development in sub-regions of the Wielkopolska province with the use of the Grey Systems Theory

Abstract. *The purpose of this article is to introduce the capabilities of the Grey System methodology's application in forecasting a company's development. In the following work, the authors classify the number and spatial structure of microenterprises, as well as, the number of newly registered business entities in particular sub-regions of the Greater Poland province as the main determinants of a company's development. A period of analysis is between the years 2009 to 2013, and the forecast that was carried out concerns the year 2014. The authors present a way of building grey forecasting models of the first order GM (1.1), as well as, demonstrate results of their own studies which concern its use in forecasting a company's development in the Greater Poland province.*

Keywords: *entrepreneurship, small and medium-sized enterprises, Grey Systems Theory, forecasting, GM (1.1)*