

Uniwersytet  
Ekonomiczny  
w Krakowie

# Zeszyty Naukowe

Cracow Review  
of Economics  
and Management

Nr 4 (928)

Kraków 2014

#### Rada Naukowa

*Andrzej Antoszewski (Polska), Slavko Arsovski (Serbia), Josef Arlt (Czechy), Daniel Baier (Niemcy), Hans-Hermann Bock (Niemcy), Ryszard Borowiecki (Polska), Giovanni Lagioia (Włochy), Tadeusz Markowski (Polska), Martin Mizla (Słowacja), David Ost (USA), Józef Pociecha (Polska)*

#### Komitet Redakcyjny

*Janusz Czekaj, Jerzy Kornaś, Ryszard Kowalski (sekretarz), Barbara Pawełek, Aleksy Pocztowski (redaktor naczelny), Krystyna Przybylska, Tadeusz Sikora, Grzegorz Strupczewski (sekretarz), Wanda Sułkowska, Krzysztof Woźniak (sekretarz)*

#### Redaktor statystyczny

*Paweł Ulman*

#### Redaktorzy Wydawnictwa

*Janina Ziarkowska, Seth Stevens (streszczenia w j. angielskim)*

#### Projekt okładki i układ graficzny tekstu

*Marcin Sokołowski*

Streszczenia artykułów są dostępne w międzynarodowej bazie danych The Central European Journal of Social Sciences and Humanities <http://cejsh.icm.edu.pl> oraz w Central and Eastern Europe Online Library [www.ceeol.com](http://www.ceeol.com), a także w adnotowanej bibliografii zagadnień ekonomicznych i pokrewnych BazEkon [http://kangur.uek.krakow.pl/bazy\\_ae/bazekon/nowy/index.php](http://kangur.uek.krakow.pl/bazy_ae/bazekon/nowy/index.php)

© Copyright by Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie, Kraków 2014

ISSN 1898-6447

Wersja pierwotna: publikacja drukowana  
Publikacja jest dostępna w bazie CEEOL ([www.ceeol.com](http://www.ceeol.com))  
oraz w czytelni on-line ibuk.pl ([www.ibuk.pl](http://www.ibuk.pl))

Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie  
31-510 Kraków, ul. Rakowicka 27, tel. 12 293 57 42, e-mail: [wydaw@uek.krakow.pl](mailto:wydaw@uek.krakow.pl)  
[www.zeszyty-naukowe.uek.krakow.pl](http://www.zeszyty-naukowe.uek.krakow.pl)

Zakład Poligraficzny Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie  
31-510 Kraków, ul. Rakowicka 27

Objętość 8,4 ark. wyd.  
Zam. 118/2014

# Spis treści

Eliza Buszkowska	
<b>Badanie zależności między indeksami giełdowymi a kursami walutowymi .....</b>	<b>5</b>
Marcin Krupa	
<b>Wpływ nadmiernego zadłużenia zagranicznego na koniunkturę gospodarczą na przykładzie krajów Ameryki Łacińskiej .....</b>	<b>21</b>
Monika Musiał-Malagó	
<b>Zróżnicowanie dostępności transportowej województw Polski .....</b>	<b>35</b>
Halina Stańdo-Górowska	
<b>Oczekiwania płacowe studentów a model kapitału ludzkiego .....</b>	<b>51</b>
Iwona Kik	
<b>Relacja między strukturą dochodów własnych a wybranymi wskaźnikami kondycji finansowej gmin w województwie łódzkim .....</b>	<b>61</b>
Joanna Wyrobek	
<b>Wpływ zjawisk <i>window dressing</i> i kreatywnej księgowości na obraz sprawozdania finansowego przedsiębiorstwa .....</b>	<b>71</b>
Małgorzata Markowska	
<b>Dynamika innowacyjności regionów Unii Europejskiej w latach 1999–2008 .....</b>	<b>85</b>
Adam Sagan	
<b>Zastosowanie programu Mplus w modelowaniu ukrytych przejść w segmentacji rynku .....</b>	<b>109</b>

Marcin Salamaga

<b>Wykorzystanie metody bootstrapowej do badania zyskowności wybranych strategii inwestycyjnych na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie .....</b>	<b>127</b>
--	------------

Paweł Wołoszyn

<b>Złożoność organiczna jako nowe ujęcie złożoności systemów ekonomicznych .....</b>	<b>143</b>
--	------------

*Eliza Buszkowska*

Katedra Nauk Ekonomicznych  
Uniwersytet im. A. Mickiewicza w Poznaniu

# Badanie zależności między indeksami giełdowymi a kursami walutowymi

## Streszczenie

W pracy zbadano zmianę wpływu kursów walutowych na rynek kapitałowy w okresach przed kryzysem *subprime*, po nim oraz w czasie jego trwania. Sprawdzono ponadto, czy kursy walutowe charakteryzowały się większą czy też mniejszą zmiennością niż indeks giełdowy w rozważanych okresach. Starano się odpowiedzieć na pytanie, czy istniały prawidłowości w przebiegu funkcji zmienności tych instrumentów. Przeprowadzono analizę kointegracji.

**Słowa kluczowe:** zmienność, kursy walutowe, korelacje Spearmana, kointegracja.

## 1. Wprowadzenie

Dobre modelowanie zmienności kursów walutowych ma istotne znaczenie ze względu na dużą rolę, jaką kursy walutowe odgrywają w gospodarce otwartej. Pełnią one przede wszystkim funkcję informacyjną i cenotwórczą. Kurs walutowy wpływa pośrednio na ceny towarów na rynku wewnętrznym i jest istotnym elementem polityki gospodarczej. Jest również ważnym czynnikiem decyzyjnym i jednym z najważniejszych instrumentów pośredniego zarządzania handlem zagranicznym. Nie jest jedynie formalnym instrumentem rachunkowym, ponieważ wpływa na koszty i dochody przedsiębiorstw biorących udział w wymianie międzynarodowej zarówno po stronie importu, jak i eksportu. Na poziom kursu

walutowego wpływa wiele czynników ekonomicznych, politycznych i psychologicznych. Najważniejszymi czynnikami ekonomicznymi są podaż walut obcych na krajowym rynku walutowym i popyt na nie, stan bilansu handlowego i płatniczego, różnice stóp procentowych i stóp inflacji między danym krajem a innymi krajami, poziom cen w kraju i za granicą, przepływy kapitałów, polityka walutowa, pieniężno-kredytowa i stan gospodarki w kraju, a także w krajach, z którymi utrzymuje on stosunki ekonomiczne i finansowe. Najistotniejszymi skutkami zmian kursów walutowych jest ich wpływ na bilans handlowy i płatniczy, inflację oraz obroty kapitału. Na rynkach finansowych zmienność kursów walutowych decyduje o cenach walutowych instrumentów pochodnych, które należą do najpopularniejszych wśród derywatów.

W niniejszym opracowaniu zbadano zmiany wpływu kursów walutowych na rynek kapitałowy w okresach przed i po ostatnim kryzysie finansowym oraz w czasie tego kryzysu. Uwzględniono problem równowagi długookresowej pomiędzy kursami walutowymi a indeksem WIG20. Sprawdzone ponadto, czy kursy walutowe charakteryzowały się większą, czy też mniejszą zmiennością niż indeks giełdowy w rozważanych okresach. Postawiono pytanie, czy istniały prawidłowości w przebiegu funkcji zmienności tych instrumentów. Badania te pozwolą lepiej poznać istniejące zależności między rynkiem walutowym a kapitałowym, porównać ryzyko związane z inwestowaniem w kursy walutowe z ryzykiem związanym z inwestowaniem w indeksy giełdowe. Praca ma na celu analizę powyższych zagadnień w powiązaniu z ostatnim kryzysem finansowym. Temat zależności kursów walutowych od giełdy był podjęty między innymi w pracy [Doman i Doman 2011], w której dokonano analizy wpływu dynamiki kursu walutowego na globalny rynek kapitałowy. Wnioskowanie będzie przeprowadzone na podstawie indeksu WIG20<sup>1</sup>. Spółki z tej grupy mają bardzo duży wpływ na cały rynek na GPW. Ponadto dają możliwość inwestowania w kontrakty WIG20 Futures. W artykule uwzględniono cztery kursy walutowe mające duży wpływ na polską gospodarkę<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> WIG20 – indeks giełdowy 20 największych spółek akcyjnych notowanych na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie SA. Jest indeksem cenowym. Zmiany składu tego indeksu są prowadzone cztery razy do roku.

<sup>2</sup> Kurs EUR/PLN. Znaczenie tego kursu dla polskiej gospodarki, a w szczególności polskiego rynku finansowego, wzrosło po przystąpieniu Polski do Unii Europejskiej. Euro jest wykorzystywane w Polsce w charakterze waluty rezerwowej, transakcyjnej i lokacyjnej.

Kurs CHF/PLN. Frank szwajcarski jest często wybieraną walutą przez osoby chcące zaciągnąć długoterminowy kredyt na wysoką kwotę, stąd też dynamika tego kursu ma znaczenie nie tylko dla osób aktywnych na rynkach walutowych. W 2009 r. podczas osłabienia kursu złotego raty kredytów nominowanych w CHF znacznie wzrosły.

Kurs GBP/PLN. Zmienność tego kursu stała się obecnie bardzo ważna ze względu na dużą w minionych latach emigrację Polaków do Wielkiej Brytanii.

W badaniu empirycznym wykorzystano codzienne obserwacje kursów walutowych i indeksów giełdowych od 8 sierpnia 2005 r. do 7 sierpnia 2007 r. oraz w okresie kryzysu *subprime* od 8 sierpnia 2007 r. Początek kryzysu *subprime* rozpoczął się w połowie 2007 r. (por. [Blackburn 2008, Tudor 2009]). Podziału badanej próby dokonano, wzorując się na pracy P. Płuciennika [2012]. W tym celu wykorzystano 3-miesięczne *spready* WIBOR-OIS, czyli *spready* pomiędzy 3-miesięczną stopą WIBOR a stopą stałą w kontrakcie OIS (*overnight indexed swap*). Za datę zakończenia kryzysu uznano 10 marca 2009 r. Trzeci uwzględniony okres dłużny wystąpił od 11 marca 2009 r. do 8 października 2013 r. W analizie korelacji Spearmana wzięto pod uwagę okres do 4 czerwca 2013 r. ze względu na dostępność danych.

## 2. Metodyka badania

W pracy zastosowano współczynniki korelacji Spearmana do wyznaczenia korelacji pomiędzy szeregami czasowymi kursów walutowych a szeregami czasowymi indeksów giełdowych. Współczynnik rang Spearmana ma postać:

$$R = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^N (Z_i^{(X)} - Z_i^{(Y)})^2}{N(N^2 - 1)}. \quad (1)$$

Współczynnik ten, podobnie jak współczynnik korelacji Pearsona, przyjmuje wartości z przedziału  $\langle -1, 1 \rangle$ . Ch. Spearman opracował metodę badania związku między zmiennymi  $X$  i  $Y$  przez rangowanie. Wyniki obserwacji  $N$  jednostek statystycznych przedstawia się w postaci dwóch szeregów. Pierwszy szereg tworzą obserwacje uporządkowane według rosnących wartości zmiennej  $X$ , drugi – odpowiadające im wartości zmiennej  $Y$ . Następnie obu szeregom przyporządkowuje się tak szeregi rang, że numer 1 przyporządkowywany jest obserwacji największej, a  $N$  najmniejszej. Analogicznie postępuje się z szeregiem drugim. Przez rangowanie otrzymuje się dwa nowe szeregi, które oznaczono jako  $Z_i^{(X)}$  i  $Z_i^{(Y)}$  [Augustyniak 2013]. Współczynniki Spearmana mogą być wykorzystane do badania zależności liniowych i nieliniowych, w przeciwieństwie do współczynników Pearsona. Nie wykrywają jednak sezonowości. Mogą być stosowane wtedy, gdy szeregi można uporządkować ([http://pl.wikipedia.org/wiki/Wsp%C3%B3%C5%82czynnik\\_korelacji\\_rang\\_Spearmana](http://pl.wikipedia.org/wiki/Wsp%C3%B3%C5%82czynnik_korelacji_rang_Spearmana)).

---

Kurs USD/PLN. W dolarze kwotowane są ceny wszystkich głównych surowców (np. ropa naftowa) i z tego względu kurs dolara wobec złotego ma istotny wpływ na inflację w Polsce. Z drugiej strony należy podkreślić, że coraz większa korelacja cen surowców oraz kursu EUR/USD zmniejsza wpływ zmienności dolara na rynku finansowym na gospodarkę w Polsce.

Do wyznaczenia 21 sesyjnej zmienności historycznej wykorzystano następującą formułę:

$$ZH = 16 \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^{20} [\ln(W_{i-20}/W_{i-21}) - WW]^2}{20}} \cdot 100\%, \quad (2)$$

$$WW = \frac{\sum_{i=1}^{20} \ln(W_{i-20}/W_{i-21})}{21},$$

gdzie  $W_t$  – notowanie instrumentu finansowego w chwili  $t$ . Okno 21 sesyjne jest kompromisem pomiędzy nadmiernym uwzględnianiem historii procesu a traceniem istotnej informacji o procesie. Odpowiada liczbie 21 sesji giełdowych, czyli jednemu miesiącowi giełdowemu.

### **Kointegracja**

Zależność między zmiennymi skointegrowanymi może mieć kierunek ten sam lub przeciwny. Zmienne skointegrowane w długim okresie wykazują taką samą tendencję i zacierają do równowagi długookresowej. Teoria kointegracji została sformułowana przez C.W.J. Grangera w 1981 r. (rozwinęta przez C.W.J. Grangera i R.F. Engle'a w 1987 r.). Załóżmy, że  $y_t \sim I(1)$  oraz  $x_t \sim I(1)$ . Mówimy wówczas, że zmienne te są skointegrowane, jeśli istnieje takie  $\beta$ , że różnica

$$y_t - \beta x_t, \quad (3)$$

jest  $I(0)$  – czyli składnik losowy jest stacjonarny. Wówczas równanie:

$$y_t = \beta x_t + u_t, \quad (4)$$

opisuje sytuację, w której zmienne nie oddalają się zbyt od siebie wraz z upływem czasu, tzn. istnieje między nimi długookresowa równowaga. Jeśli  $u_t$  jest  $I(1)$  – lub wyższego stopnia – to ta równowaga nie występuje, a związek jest pozorny.

Kointegrację w praktyce można sprawdzać za pomocą algorytmu Engle'a-Grangera, który składa się z następujących kroków:

Krok 1: test na pierwiastek jednostkowy dla pierwszej zmiennej.

Hipoteza zerowa: występuje pierwiastek jednostkowy  $a = 1$ ; proces  $I(1)$ .

Krok 2: test na pierwiastek jednostkowy dla drugiej zmiennej.

Hipoteza zerowa: występuje pierwiastek jednostkowy  $a = 1$ ; proces  $I(1)$ .

Krok 3: estymacja równania kointegrującego.

Krok 4: test na pierwiastek jednostkowy dla procesu resztowego z równania kointegrującego.

Hipoteza zerowa: występuje pierwiastek jednostkowy  $a = 1$ ; proces  $I(1)$ .



### Metody wykrywania stacjonarności

Test KPSS (autorzy: Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin) jest to test sprawdzający hipotezę zerową o stacjonarności szeregu czasowego. Został przedstawiony w 1992 r. przez D. Kwiatkowskiego, P.C.B. Phillipsa, P. Schmidta i Y. Shina. Szereg taki wyrażany jest jako suma trendu deterministycznego, błędzenia losowego oraz błędu stacjonarnego. Test KPSS jest testem mnożnika Lagrange'a z hipotezą o zerowej wariancji błędzenia losowego. Za wartość opóźnienia w teście KPSS przyjmuje się część całkowitą z wartości  $4 \cdot (T/100)^{1/4}$  (dokumentacja programu GRET).

## 3. Wyniki empiryczne

Analitycy giełdowi piszą na forach internetowych, że istnieje ujemna korelacja pomiędzy kursem walutowym a indeksem giełdowym. W artykule zweryfikowano tę tezę. Analizę przeprowadzono dla szeregów stacjonarnych. Niestacjonarność może powodować wykrywanie korelacji nonsensownych. Jeśli szereg notowań nie był stacjonarny, to obliczono dla niego pierwsze różnice. Jeśli ta operacja nie zmieniła wyniku testu stacjonarności KPSS, to zastosowano drugie różnice. Korelacje wyznaczone metodą Spearmana dla szeregów zróżnicowanych przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Korelacje Spearmana dla wybranych zróżnicowanych kursów walutowych i indeksu giełdowego WIG20

Wyszczególnienie	Wartości współczynnika korelacji
Przed kryzysem	dEURPLN – dWIG20 -0,31514
Okres kryzysu	ddEURPLN – ddWIG20 -0,12933
Okres kryzysu dłużnego	dEURPLN – dWIG20 -0,44087
Przed kryzysem	dUSDPLN – dWIG20 -0,2598
Okres kryzysu	ddUSDPLN – ddWIG20 -0,26349
Okres kryzysu dłużnego	ddUSDPLN – ddWIG20 -0,44779

Źródło: opracowanie własne.

Istniały więc słabe korelacje ujemne lub były one nieistotne statystycznie. Korelacje nieistotne pojawiły się dla drugich przyrostów w okresie kryzysu.

Umiarkowane korelacje dla zróżnicowanych szeregów wystąpiły w okresie kryzysu dłużnego. (Jeżeli weźmie się pod uwagę szeregi niestacjonarne notowań giełdowych i zamiast zależności przyczynowo-skutkowych bada współwystępowanie na wykresach, to korelacje ujemne pomiędzy badanymi instrumentami finansowymi są znaczne. Taka analiza ma większe zastosowanie z punktu widzenia inwestora, który posługuje się na giełdzie notowaniami). Wyniki testu KPSS dla pierwszej pary zmiennych znajdują się w poniższych tabelach 2, 3 i 4.

Tabela 2. Wyniki testu KPSS dla okresu przed kryzysem dla pierwszych różnic z kursu EURPLN i pierwszych różnic z indeksu WIG20

dWIG20	Opóźnienie = 6 (T = 503)	Statystyka testu: 0,0327508	0,462 (5%)
dEURPLN	Opóźnienie = 6 (T = 503)	Statystyka testu: 0,045968	0,462 (5%)

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 3. Wyniki testu KPSS dla okresu kryzysu dla drugich różnic z kursu EURPLN i drugich różnic z indeksu WIG20

ddEURPLN	Opóźnienie = 6 (T = 393)	Statystyka testu: 0,00945321	0,462 (5%)
ddWIG20	Opóźnienie = 6 (T = 393)	Statystyka testu: 0,012622	0,462 (5%)

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 4. Wyniki testu dla okresu po kryzysie dla pierwszych różnic z kursu EURPLN i pierwszych różnic z indeksu WIG20

dEURPLN	Opóźnienie = 7 (T = 1062)	Statystyka testu: 0,162349	0,462 (5%)
dWIG20	Opóźnienie = 7 (T = 1062)	Statystyka testu: 0,279966	0,462 (5%)

Źródło: opracowanie własne.

Opóźnienie w testach KPSS wybrano, posługując się formułą:

$$4 \cdot (T/100)^{(1/4)},$$

gdzie  $T$  to długość szeregu czasowego. W ostatniej kolumnie znajdują się wartości krytyczne, otrzymane w programie GRETl dla poziomu istotności 0,05.

Wyniki testu KPSS dla zróżnicowanego w stopniu pierwszym bądź drugim kursu walutowego USDPLN również wskazywały na stacjonarność tych szeregów czasowych. Stacjonarność umożliwia modelowanie szeregów czasowych za pomocą modeli ARMA-GARCH. Następnie przeprowadzono analizę kointegracji. Nie stwierdzono kointegracji pomiędzy parami EURPLN – WIG20, USDPLN – WIG20, GBPLN – WIG20 i CHFPLN – WIG20 na podstawie metody Engle'a-Grangera (w programie GRETl). Kointegracja występuje, jeżeli każdy wykorzystywany

proces jest I(1), tzn. hipoteza zerowa o pierwiastku jednostkowym nie jest odrzucana oraz proces resztowy z równania kointegrującego nie jest zintegrowany (dokumentacja GRRTL). Nie był spełniony któryś z powyższych warunków metody Engle'a-Grangera. W przypadku pary USDPLN – WIG20 w okresie przed kryzysem nie udało się zweryfikować pozytywnie równania kointegrującego, mimo że inne warunki istnienia kointegracji były spełnione. Wartości ( $p$ -value) testów zawartych w poszczególnych krokach algorytmu Engle'a-Grangera znajdują się w tabeli 5.

Tabela 5. Prawdopodobieństwa testowe ( $p$ -value) badania kointegracji za pomocą procedury Engle'a-Grangera  $m = 5$

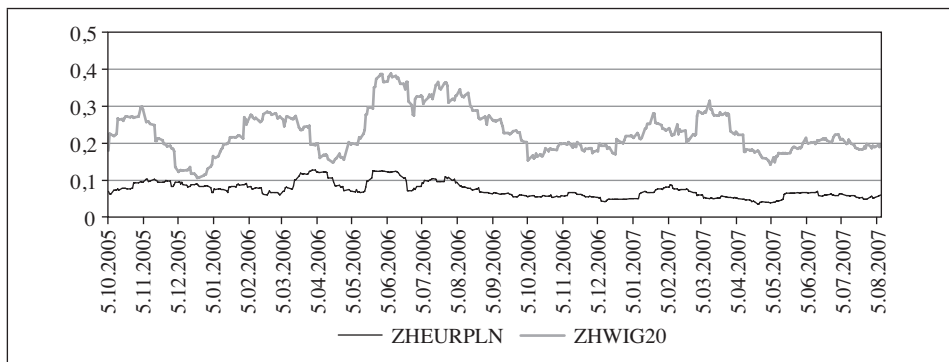
Zmienne	Okres badania	Krok 1	Krok 2	Krok 4
EURPLN – WIG20	przed kryzysem	$p = 0,1082$	$p = 0,605$	$p = 0,1997$
EURPLN – WIG20	kryzys	$p = 0,9977$	$p = 0,9455$	$p = 0,9887$
EURPLN – WIG20	kryzys dłużny	$p = 0,01105$	$p = 0,0657$	$p = 0,1282$
USDPLN – WIG20	przed kryzysem	$p = 0,5383$	$p = 0,7357$	$p = 0,01835$
USDPLN – WIG20	kryzys	$p = 0,9956$	$p = 0,9412$	$p = 0,9632$
USDPLN – WIG20	kryzys dłużny	$p = 0,01474$	$p = 0,1524$	$p = 0,1652$
GBPPLN – WIG20	przed kryzysem	$p = 0,05563$	$p = 0,5181$	$p = 0,1391$
GBPPLN – WIG20	kryzys	$p = 0,2791$	$p = 0,9455$	$p = 0,6761$
GBPPLN – WIG20	kryzys dłużny	$p = 0,2853$	$p = 0,01134$	$p = 0,23$
CHFPLN – WIG20	przed kryzysem	$p = 0,5703$	$p = 0,5383$	$p = 0,1616$
CHFPLN – WIG20	kryzys	$p = 0,9455$	$p = 0,9984$	$p = 0,8343$
CHFPLN – WIG20	kryzys dłużny	$p = 0,01136$	$p = 0,6724$	$p = 0,04511$

Źródło: opracowanie własne.

Dla opóźnień 0, 1 i 2 modelu w teście ADF (rozszerzony test Dickey-Fullera (<http://www.ekonometria.wne.uw.edu.pl/uploads/Main/Kointegracja.pdf>) otrzymano ten sam na wniosek o braku kointegracji. Oznacza to, że badane instrumenty nie zachowują tych samych relacji na wykresie w długich okresach.

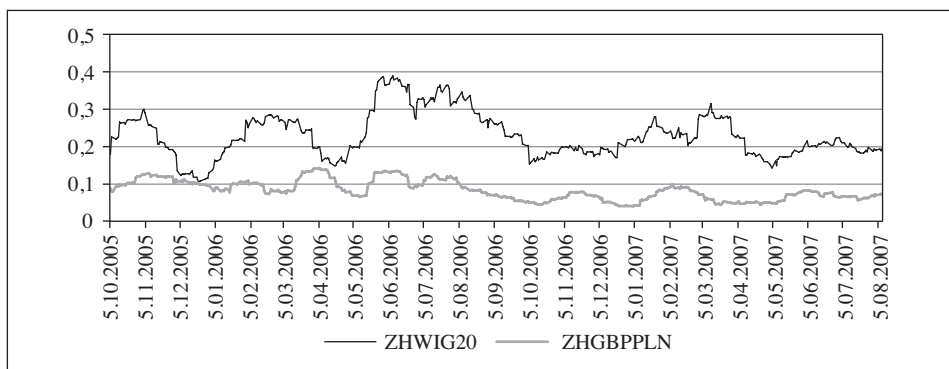
Na drugim etapie przeprowadzono badanie mające na celu porównanie zmienności kursów walutowych i indeksów giełdowych. W okresie przed kryzysem otrzymano wykresy zmienności (rys. 1–4)<sup>3</sup>. Zmienności w okresie kryzysu subprime przedstawione zostały na rys. 5–7, natomiast dla okresu kryzysu dłużnego na rys. 8–9.

<sup>3</sup> Oznaczenia: ZHEURPLN zmienność historyczna eurodolara w okresie przed kryzysem. ZHUSDPLN2 zmienność historyczna dolarzłotego w okresie kryzysu. ZHUSDPLN3 zmienność historyczna dolarzłotego w okresie kryzysu dłużnego. dEURPLN szereg pierwszych różnic dla kursu walutowego EURPLN.



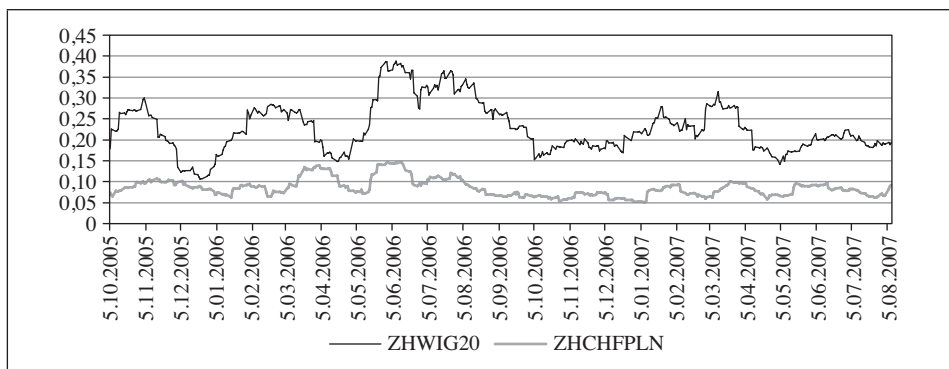
Rys. 1. Zmienność obliczona jako 21-sesyjna zmienność historyczna pary WIG – 20 EURPLN

Źródło: opracowanie własne.



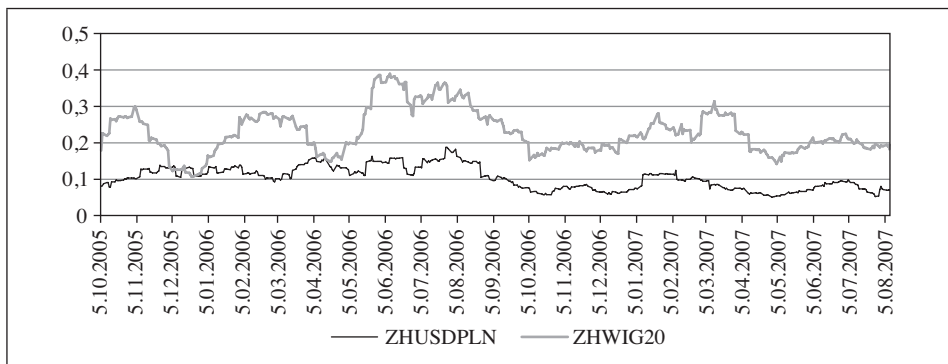
Rys. 2. Zmienność obliczona jako 21-sesyjna zmienność historyczna pary WIG20 – GBPPLN

Źródło: opracowanie własne.

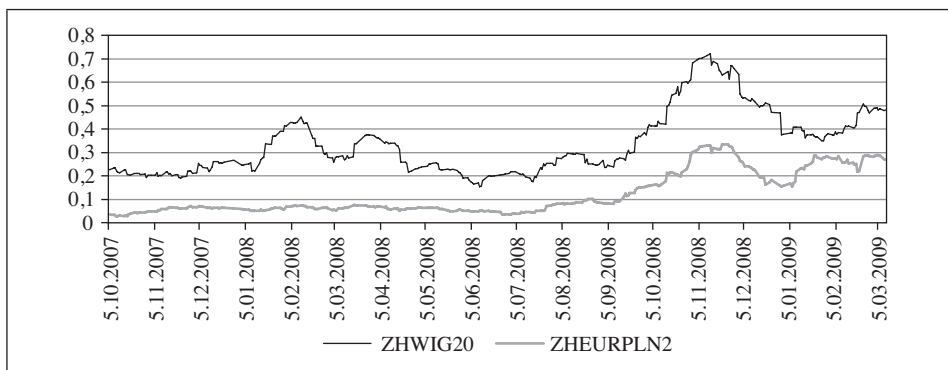


Rys. 3. Zmienność obliczona jako 21-sesyjna zmienność historyczna pary WIG20 – CHF

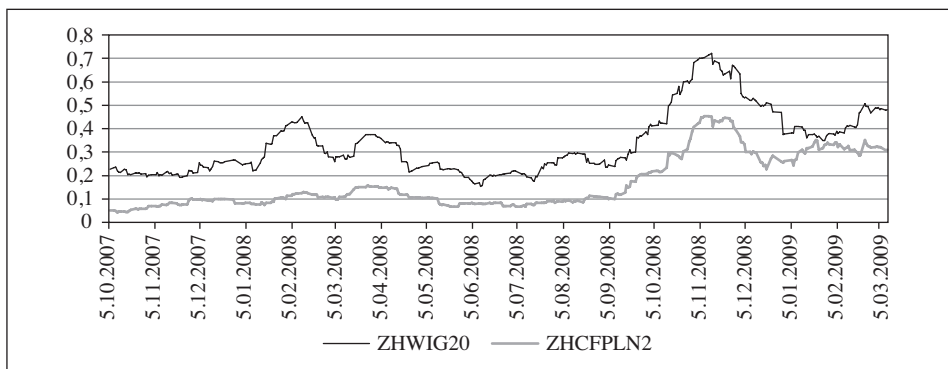
Źródło: opracowanie własne.



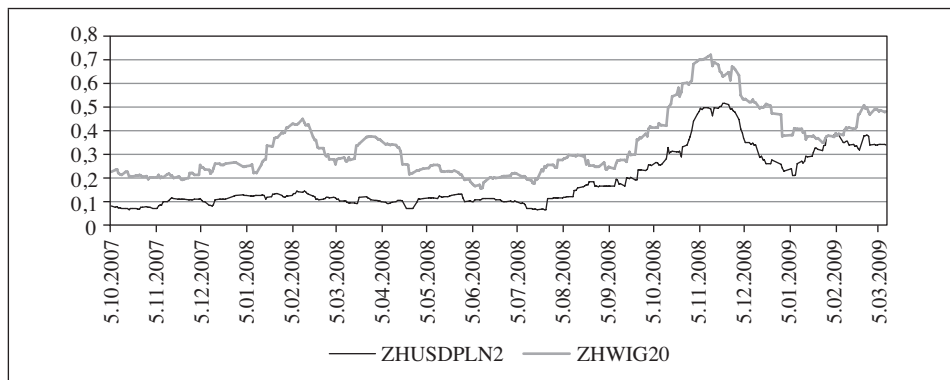
Rys. 4. Zmienność obliczona jako 21-sesyjna zmienność historyczna pary WIG20 – USDPLN  
 Źródło: opracowanie własne.



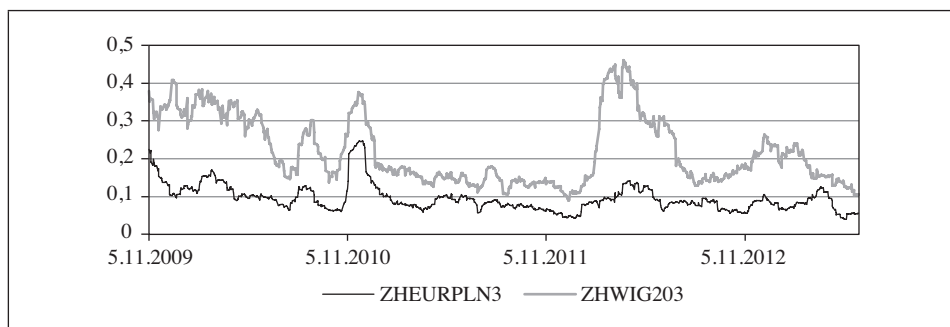
Rys. 5. Zmienność obliczona jako 21-sesyjna zmienność historyczna pary WIG20 – EURPLN  
 Źródło: opracowanie własne.



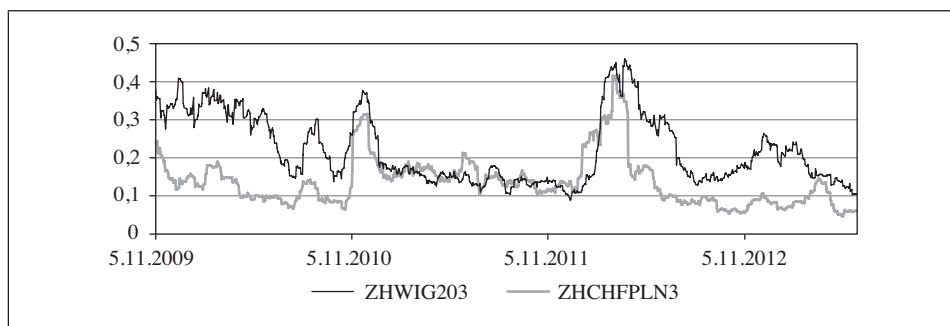
Rys. 6. Zmienność obliczona jako 21-sesyjna zmienność historyczna pary WIG20 – CHFPLN  
 Źródło: opracowanie własne.



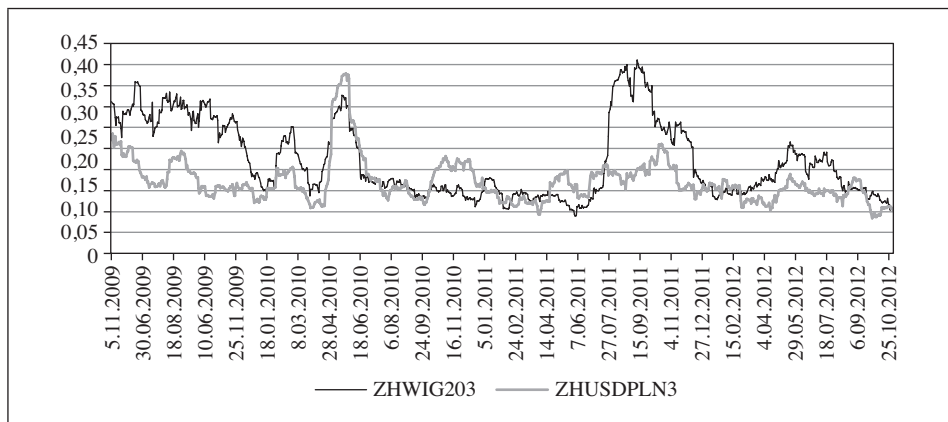
Rys. 7. Zmienność obliczona jako 21-sesyjna zmienność historyczna pary WIG20 – USDPLN  
 Źródło: opracowanie własne.



Rys. 8. Zmienność obliczona jako 21-sesyjna zmienność historyczna pary WIG20 – EURPLN  
 Źródło: opracowanie własne.



Rys. 9. Zmienność obliczona jako 21-sesyjna zmienność historyczna pary WIG20 – CHFPLN  
 Źródło: opracowanie własne.



Rys. 10. Zmienność obliczona jako 21-sesyjna zmienność historyczna pary WIG20 – USDPLN

Źródło: opracowanie własne.

Podobną analizę przeprowadzono za pomocą parametrycznego modelowania ekonometrycznego. Wykorzystano w tym celu parametryczne modele heteroskedastyczności warunkowej typu ARMA-GARCH. Wszystkie dopasowane modele miały istotne parametry statystyczne. Modele zostały ocenione pozytywnie, ponieważ nie istniały dla nich korelacje w resztach standaryzowanych i kwadratach reszt standaryzowanych. Ten fakt stwierdzono na podstawie testu Boxa-Pierce'a, przyjmując 0,05 poziom istotności. Ponadto wszystkie modele były stacjonarne, gdyż zarówno część autoregresyjna, jak i parametry modelu typu GARCH spełniały warunki stacjonarności. Żeby uzyskać stacjonarność szeregów czasowych zastosowano zwroty logarytmiczne. Jeżeli szeregi były nadal niestacjonarne, zastosowano modele ARIMA. W statystyce i ekonometrii model ARIMA jest uogólnieniem modelu ARMA stosowanym w przypadku szeregów niestacjonarnych, które po  $n$ -krotnym zróżnicowaniu stają się stacjonarne. Dla okresu kryzysu *subprime* wyniki przedstawiono na rys. 11.

Wartości teoretyczne dla zwrotów z kursu walutowego EUR/PLN zostały wygenerowane za pomocą modelu ARIMA(0,1,1) – FIEGARCH(1,1).

O braku korelacji w resztach i kwadratach reszt świadczą wyniki testu Boxa-Pierce'a:

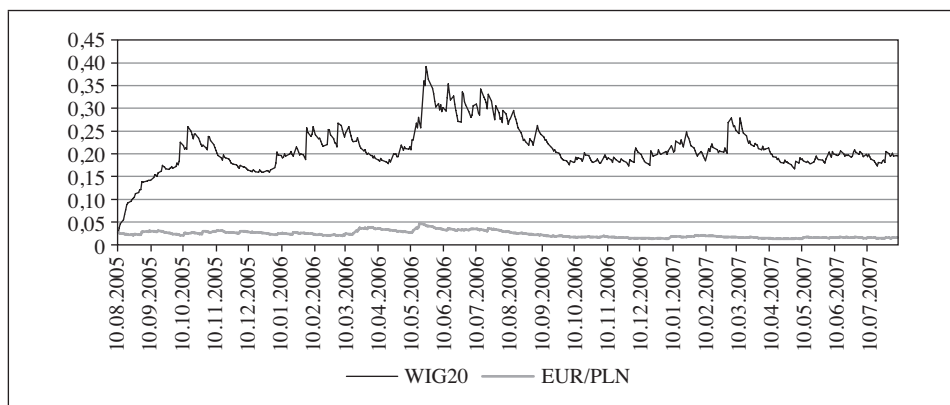
Box-Pierce (reszty):  $Q(11) = 7,0844 \{0,792\}$

Box-Pierce (kwadraty reszt):  $Q(12) = 13,9103 \{0,306\}$ .

Wariancję warunkową dla zwrotów logarytmicznych z indeksu WIG20 otrzymano za pomocą modelu GARCH(1,1).

Box-Pierce (reszty):  $Q(12) = 14,5565 \{0,267\}$

Box-Pierce (kwadraty reszt):  $Q(12) = 12,0017 \{0,446\}$ .



Rys. 11. Zestawienie zmienności warunkowych w okresie przed kryzysem

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 6. Model ARIMA(0,1,1) – FIEGARCH(1,1) dla zwrotu z EURPL

Wyszczególnienie	Estymacja parametru	Błąd standardowy	Statystyka $t$	Wartości ( $p$ -value)
MA1	0,96735	0,01409	68,655	0
[2]EGARCH stała	5,3505	0,8347	–	–
FIEGARCH d	0,64334	0,1259	–	–
EGARCH Alpha1	-0,45748	0,20766	-2,203	0,028
EGARCH Beta1	0,52993	0,07387	7,174	0

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 7. Model GARCH(1,1) z rozkładem Gaussa dla zwrotu z WIG20

Wyszczególnienie	Estymacja parametru	Standard Error	Statystyka $t$	Wartości ( $p$ -value)
[2]GARCH Stała	0,11088	0,0325	–	–
GARCH Alpha1	0,04432	0,01749	2,534	0,012
GARCH Beta1	0,90593	0,02032	44,583	0

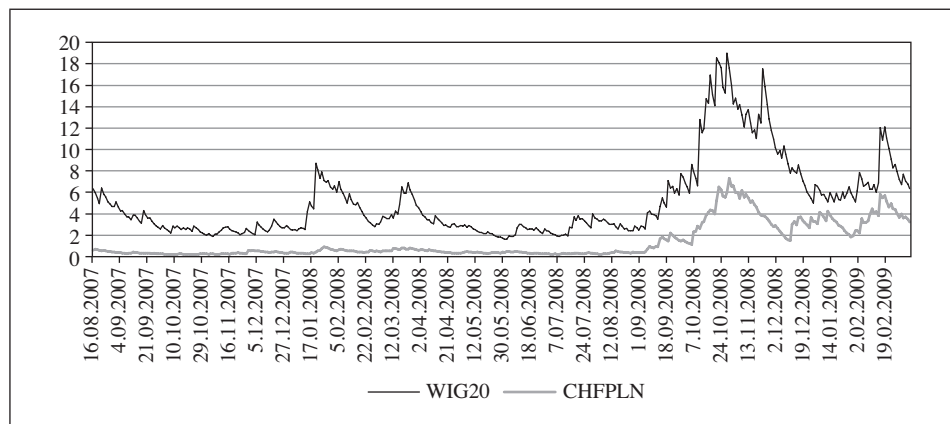
Źródło: opracowanie własne.

Dla zwrotów logarytmicznych z kursów walutowych USDPLN, GBPPLN i CHFPLN również wariancje warunkowe były mniejsze niż dla zwrotów logarytmicznych indeksu WIG20, w pierwszym okresie badania.

W okresie kryzysu uzyskano wyniki przedstawione na rys. 12. W okresie kryzysu zmienność indeksu WIG20 była wyższa niż zmienność CHFPLN. Jest to zgodne z rezultatami dla zmienności historycznej. Podobnie jak na wykresie dla



ZH21 zmienności zachowywały te same tendencje. Wniosek ten jest prawdziwy również dla innych rozważanych w tym badaniu kursów walutowych. Parametry wykorzystanych modeli znajdują się w tabeli 8 i 9.



Rys. 12. Zestawienie zmienności warunkowych w okresie kryzysu

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 8. Model GARCH(1,1) dla zwrotów z indeksu WIG20

Wyszczególnienie	Estymacja parametru	Błąd standardowy	Statystyka $t$	Wartości ( $p$ -value)
[2]GARCH Stała	0,01406	0,0094	–	–
GARCH Alpha1	0,18631	0,0822	2,267	0,024
GARCH Beta1	0,79914	0,08408	9,505	0

Źródło: opracowanie własne.

Box-Pierce (reszty):  $Q(12) = 11,2094 \{0,511\}$

Box-Pierce (kwadraty reszt):  $Q(12) = 5,8227 \{0,925\}$

Tabela 9. Model GARCH(1,1) dla zwrotów z kursu walutowego CHF/PLN

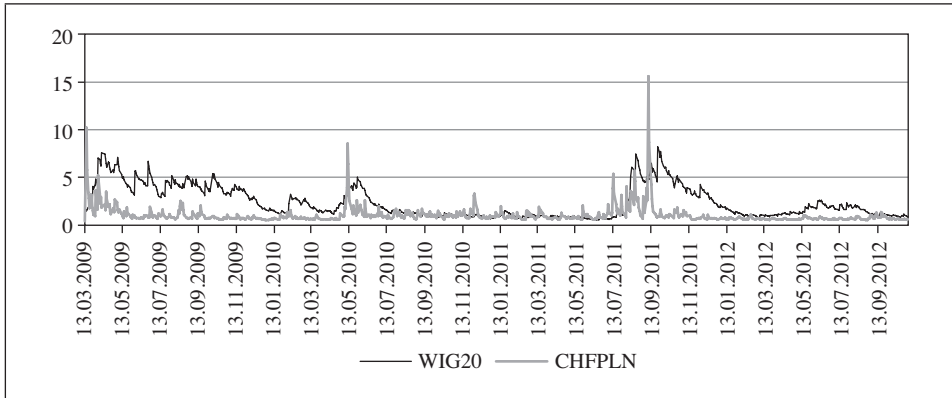
Wyszczególnienie	Estymacje parametru	Błąd standardowy	Statystyka $t$	Wartości ( $p$ -value)
Student's $t$ d.f.	13,389	8,8818	–	–
[2]GARCH Stała	0,00627	0,0079	–	–
GARCH Alpha1	0,10645	0,03457	3,079	0,002
GARCH Beta1	0,89677	0,04129	21,719	0

Źródło: opracowanie własne.

Box-Pierce (reszty):  $Q(12) = 12,3869 \{0,415\}$

Box-Pierce (kwadraty reszt):  $Q(12) = 8,2253 \{0,767\}$ .

Otrzymano również wyniki dla okresu po kryzysie. Przykładowy wykres znajduje się na rys. 13.



Rys. 13. Wariacje warunkowe w okresie po kryzysie

Źródło: opracowanie własne.

Analiza wykresu prowadzi do wniosku, że w okresie kryzysu dłużnego wariacja warunkowa kursu walutowego przekraczała poziom wariacji warunkowej indeksu giełdowego dla pojedynczych okresów. Było to prawdą również dla innych uwzględnionych kursów walutowych bądź zmienność kursu walutowego była mniejsza. Jest to zgodne z wynikami dla zmienności historycznej.

Parametry wyestymowanych modeli znajdują się w tabelach 10 i 11.

Tabela 10. Parametry modelu zmienności dla zwrotów z indeksu WIG20 w okresie po kryzysie

Wyszczególnienie	Estymacja parametru	Błąd standardowy	Statystyka $t$	Wartości ( $p$ -value)
[2]GARCH Stała	0,01948	0,0109	–	–
GARCH Alpha1	0,07025	0,01402	5,011	0
GARCH Beta1	0,9216	0,01413	65,223	0

Źródło: opracowanie własne.

Box-Pierce (reszty):  $Q(12) = 15,0989 \{0,236\}$

Box-Pierce (kwadraty reszt):  $Q(12) = 9,3614 \{0,672\}$ .

Tabela 11. Parametry modelu GARCH(1,1) dla zwrotów z kursu walutowego CH FPLN

Wyszczególnienie	Estymacja parametru	Błąd standardowy	Statystyka $t$	Wartości ( $p$ -value)
[2]GARCH Stała	0,25872	0,2147	–	–
GARCH Alpha1	0,22875	0,05122	4,466	0
GARCH Beta1	0,53912	0,20634	2,613	0,009

Źródło: opracowanie własne.

Box-Pierce (reszty):  $Q(12) = 16,4941 \{0,17\}$

Box-Pierce (kwadraty reszt):  $Q(12) = 15,2223 \{0,23\}$ .

## 4. Wnioski

Korelacje między pierwszymi lub drugimi przyrostami kursów walutowych i przyrostami indeksu WIG20 były niskie i ujemne w okresie po kryzysie, a osłabły do nieistotnych w pozostałych okresach. Zatem podczas kryzysu dłużnego istniały wpływy ujemne tych instrumentów na siebie. (W nieujętych w tej pracy badaniu pokazano, że dla niestacjonarnych szeregów notowań korelacje między badanymi instrumentami były wysokie i ujemne, lecz charakter tych zależności może być pozorny. Interesujące może być jednak bardziej dla inwestora współwystępowanie na wykresie niż zależności przyczynowo-skutkowe). Inaczej było ze zmiennością, której przebieg był bardzo podobny dla kursów walutowych i indeksów giełdowych w okresie kryzysu. Zmienności zachowywały w większości te same tendencje. Wykresy zmienności przebiegały odmiennie w pozostałych dwóch okresach. Zmienność kursów walutowych była mniejsza niż zmienność indeksów giełdowych, zatem w porównaniu z indeksami giełdowymi są to inwestycje o mniejszym ryzyku rynkowym. Zależność ta nie jest prawdziwa w okresie obecnego kryzysu dłużnego. Powyższe wnioski są prawdziwe również dla wariancji warunkowej otrzymanej za pomocą parametrycznych modeli zmienności. Ponadto kursy walutowe i indeks giełdowy nie są ze sobą skointegrowane, czyli nie można mówić o trwałości długookresowej relacji pomiędzy tymi instrumentami.

## Literatura

- Augustyniak H. [2003], *Statystyka opisowa z elementami demografii*, Poznań, Ars boni et aequi, Poznań.
- Blackburn R. [2008], *The Subprime Crisis*, „New Left Review”, vol. 50, March, April.

- Doman M., Doman R. [2011], *The Impact of the Exchange Rate Dynamics on the Dependencies in Global Stock Market*, „Dynamic Econometric Models”, vol. 11, Nicolaus Copernicus University, Toruń.
- Konopczak M., Sieradzki R., Wiernicki M. [2010], *Kryzys na światowych rynkach finansowych – wpływ na rynek finansowy w Polsce oraz implikacje dla sektora realnego*, „Bank i Kredyt”, vol. 41 (6).
- Pluciennik P. [2012], *Influence of the American Financial Market on Other Markets during the Subprime Crisis*, *Folia Oeconomica Stetinensia*, vol. 12, nr 2.
- Thornton D. L. [2009], *What the Libor-OIS Spread Says*, „Economic Synopses”, nr 24.
- Tudor C. [2009], *Understanding the Roots of the US Subprime Crisis and Its Subsequent Effects*, „The Romanian Economic Journal”, Year XII, vol. 31(1).

### **An Analysis of the Links between Stock Indexes and Currency Exchange Rates**

In the article I examine the influence of exchange rates on the Polish capital market in the periods before, after and during the last financial crisis. I also attempt to determine if currency rates characterised bigger or smaller volatility than the stock index in the periods considered. Finally, I turn to the question of whether there were regularities in the investigation of the volatility function of these instruments. Cointegration analysis was performed.

**Keywords:** volatility, currency rates, Spearman correlations, cointegration.

*Marcin Krupa*

Studia Doktoranckie Wydziału Ekonomii  
i Stosunków Międzynarodowych  
Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie

# Wpływ nadmiernego zadłużenia zagranicznego na koniunkturę gospodarczą na przykładzie krajów Ameryki Łacińskiej

## Streszczenie

W artykule skupiono się na nadmiernym zadłużaniu się państw. Badanie obejmuje lata 1975–1995 i dotyczy zwłaszcza grupy państw średnio rozwiniętych. Nerozwinięcie problemu zadłużenia groziło wystąpieniem globalnego kryzysu gospodarczego, w wyniku którego mogło dojść do destabilizacji nie tylko natury ekonomicznej, lecz również politycznej.

**Słowa kluczowe:** kryzys, deficyt budżetowy, dług publiczny, destabilizacja finansowa, wyzysk.

## 1. Wprowadzenie

W artykule poruszono problemy zadłużenia występujące dość powszechnie we współczesnej gospodarce. Wydaje się, że w perspektywie krótkoterminowej nie są one możliwe do rozwiązania. Zjawisko to jest rozpowszechnione na taką skalę, że wydawać by się mogło, iż stanowi nieodzowny element współczesnej gospodarki. Zjawisko zadłużenia nie jest problemem samym w sobie, ale staje się nim wówczas, gdy zobowiązania zaciągnięte przez strony dłużne są niemożliwe do zrealizowania.

Wówczas ma miejsce kryzys. Możliwość zadłużania się uznaje się za zjawisko pozytywne, ponieważ umożliwia sfinansowanie inwestycji, które w przyszłości mogą generować zyski, dając w perspektywie długookresowej nabywcy kredytów korzyści i tym samym przyczyniając się do wzrostu gospodarczego i postępu. Problem zaczyna się pojawiać, gdy akcja kredytowa przekracza względnie ustalone granice bezpieczeństwa, a projekty inwestycyjne nie przynoszą oczekiwanych korzyści.

Problematyka kryzysu zadłużenia może dotyczyć osób fizycznych i prawnych gospodarki narodowej, jak również całych państw. Zagrożenie o zasięgu globalnym dotyczy wielu państw w aspekcie międzynarodowych relacji gospodarczych. Pojawia się ono w sytuacji, gdy znaczna liczba państw zaciągnie wysokie zobowiązania finansowe wobec państw wierzycielskich czy też wspólnych instytucji finansowych, po czym nie jest w stanie wywiązać się ze swoich zobowiązań. W takiej sytuacji ma miejsce globalny kryzys zadłużeniowy, który może doprowadzić do załamania całej skomplikowanej sieci powiązań finansowych we wszystkich państwach świata, a wraz z nimi różnych podmiotów gospodarczych, poczynając od korporacji, a kończąc na przeciętnym gospodarstwie domowym danego państwa.

Niniejszy artykuł w szerszym aspekcie koncentruje się na zjawisku kryzysu zadłużenia międzynarodowego, natomiast w węższym porusza problem wpływu tego zadłużenia na kwestie wzrostu gospodarczego i rozwoju. Problematyka ta jest analizowana na przykładzie Ameryki Łacińskiej. Celem artykułu jest określenie, w jaki sposób zadłużenie gospodarcze, rozumiane w kategoriach deficytu budżetowego i długu publicznego, które finansowane jest w znacznej części ze środków zagranicznych, wpływa na stan koniunktury. Ponadto celem artykułu jest uzyskanie odpowiedzi na pytanie o źródła kryzysów zadłużeniowych poprzez przedstawienie pewnych alternatywnych teorii (oczywiście względem klasycznej myśli liberalnej w ekonomii).

## **2. Tło historyczne kryzysów zadłużeniowych**

Zjawisko zadłużania się państw u wierzycieli zagranicznych datuje się na początek XIX w. i jest związane ze zmianą struktury gospodarki światowej, która uległa przekształceniu w następstwie rewolucji przemysłowej. W obserwacjach historycznych wykazano sprężenia zwrotne stagnacji gospodarczej (jako etapu wstępnego recesji) i nadmiernego zadłużenia. Możliwość zaciągania zobowiązań finansowych przez państwa czy też monarchę, który miał status suwerena, istniała dużo wcześniej, jeszcze w systemach gospodarki feudalnej. Wówczas jednakże zaciąganie zobowiązań finansowych nie miało charakteru kryzysu globalnego, takiego jak w XIX w., kiedy wielka skala zadłużenia sprawiła, że niemożliwe

stawało się wywiązanie się dłużnika ze zobowiązań finansowych względem wierzyciela.

Od początku XIX w. można wyróżnić cztery wielkie kryzysy zadłużeniowe o charakterze globalnym. Pierwszy z 1820 r., wtedy 14 państw zawiesiło spłatę zobowiązań (29% ogólnej liczby państw), drugi z 1870 r., wtedy 17 państw zawiesiło spłatę zobowiązań (37% ogólnej liczby państw), trzeci z 1930 r., wtedy 25 państw zawiesiło spłatę zobowiązań (40% ogólnej liczby państw), i czwarty z 1980 r., wtedy 55 krajów zawiesiło spłatę zobowiązań (27% ogólnej liczby państw) [Suter 1992, s. 61–67].

Wszystkie globalne kryzysy zadłużeniowe zawsze zaczynały się w krajach Ameryki Łacińskiej, chociaż nie wszystkie państwa regionu w równym stopniu ponoszą odpowiedzialność za ich wystąpienie. Źródeł pierwszego kryzysu należy szukać w polityce krajów Ameryki Łacińskiej, które, z wyjątkiem Argentyny, wstrzymały obsługę zagranicznych obligacji rządowych [*Kraje rozwijające się w światowym systemie gospodarczym* 2007, s. 42]<sup>1</sup>. Zaciągnięte pożyczki zostały wykorzystane do odbudowy wyzwolonych gospodarek oraz na bieżące cele budżetowe, a nie na instrumenty i instytucje, które mogły pobudzić zdolności eksportowe.

Drugi kryzys zadłużeniowy również dotyczył krajów Ameryki Łacińskiej, jednakże oprócz tego regionu dotknął on również dwa państwa z innej części świata, a mianowicie Turcję i Egipt. Ówczesny problem zadłużeniowy był w głównej mierze wynikiem zjawiska deflacji i ostatecznie został rozwiązany dziesięć lat później.

Trzeci kryzys zadłużeniowy w latach 30. XX w. był kryzysem o znacznie większej skali niż poprzednie i objął, oprócz dwunastu państw Ameryki Łacińskiej, dziewięć państw Europy, w tym Polskę. Źródła tego kryzysu są bardziej złożone i wiążą się z tzw. wielkim kryzysem w USA, który rozprzestrzenił się na cały świat. Mimo takich źródeł kryzysu, uważa się, że jego największym sprawcą były kraje Ameryki Łacińskiej, które przeznaczały środki pożyczkowe na doraźne, a nie na produkcyjne cele. Konsekwencje tego zadłużenia były znacznie bardziej wyraziste niż poprzednich kryzysów, ostatecznie doprowadzając do zamknięcia rynków obligacji dla krajów słabiej rozwiniętych aż do lat 60. Przewycięzenie kryzysu stało się możliwe dzięki m.in. osiągnięciu nadpłynności międzynarodowych banków komercyjnych. Po zakończeniu kryzysu wystąpił silny boom kredytowy, który miał swoje podstawy w dynamicznym wzroście gospodarczym państw wysoko rozwiniętych, zwłaszcza Europy, oraz wynikał również z opracowania wielu nowych usług finansowych.

---

<sup>1</sup> Przed I wojną światową głównym źródłem pozyskania zagranicznego kapitału były obligacje, które zazwyczaj sprzedawane były prywatnym inwestorom z Wielkiej Brytanii.

Ostatni kryzys zadłużeniowy jest problemem aktualnym i o wiele bardziej złożonym. Jego początek datuje się na lata 80. XX w., a jego przyczyny mają charakter dużo bardziej złożony niż poprzednich kryzysów. Ze względu na różnorodność przyczyn kryzysu zadłużeniowego lat 80. należy szukać nie tylko w krajach Ameryki Łacińskiej, lecz również w krajach rozpadającego się wówczas Układu Warszawskiego.

Problem zadłużenia zawsze wiązał się z nierealizacją przez dłużników swoich wierzytelności, co w następstwie rodziło problem egzekucji zobowiązań. Ten problem był rozwiązywany przed II wojną światową inaczej niż po jej zakończeniu. Do końca II wojny światowej problemy płatnicze krajów rozwijających się były rozwiązywane głównie poprzez negocjacje wierzycieli z dłużnikami. Negocjacje zazwyczaj prowadziły do redukcji zobowiązań, jednakże nie w każdym wypadku kończyły się porozumieniem. Tam, gdzie zawodziła dyplomacja, dochodziło do działań wojennych krajów wierzycieli, a mianowicie USA, Wielkiej Brytanii czy Francji<sup>2</sup>. Po zakończeniu II wojny światowej zaprzestano siłowych egzekucji zobowiązań, wiązało się to głównie ze zmianą struktury układu sił na arenie międzynarodowej, zmianą mentalności i stylu gry politycznej, a zwłaszcza zagęszczeniu się wzajemnych powiązań biznesowych oraz zmieniającej się struktury gospodarczej i rynku usług finansowych.

### **3. Przyczyny międzynarodowego kryzysu zadłużeniowego lat 80. XX w.**

Jak wspomniano, międzynarodowy kryzys zadłużeniowy lat 80. XX w. był o wiele bardziej złożony od kryzysów obserwowanych wcześniej. Wiele było przyczyn zaistnienia kryzysu, a sam problem zadłużeniowy przedstawiał się odmiennie w każdym z państw zadłużonych, uwidaczniając w ten sposób swoją indywidualność i wielocechowość.

W literaturze występuje pewna zbieżność poglądów, co do najważniejszych grup czynników odpowiedzialnych za wystąpienie kryzysu zadłużeniowego. Należy dodać, że w latach 70. XX w. kredytobiorcy zaczęli zadłużać się na bardzo wysoką skalę w wyniku bardzo dobrych warunków kredytowych, jednakże sytuacja ta uległa drastycznej zmianie pod koniec lat 70. Poniżej przedstawiono przyczyny kryzysu, poczynając od tych, co do których istnieje największa zbieżność poglądów.

---

<sup>2</sup> Wykorzystanie marynarki wojennej do egzekucji zobowiązań określa się mianem tzw. dyplomacji kanonierek. Marynarka wojenna w głównej mierze miała na celu blokadę portu, konfiskatę płynnych aktywów czy też przejęcie kontroli nad urzędami celnymi. Oprócz wspomnianych powyżej wierzycieli, w mniejszym stopniu, również Niemcy, Belgia i Szwajcaria odgrywały istotną rolę w polityce finansowania międzynarodowej akcji kredytowej.



1. Dwa szoki naftowe, pierwszy sztuczny<sup>3</sup> z lat 1973–1974, drugi nieplany<sup>4</sup> z lat 1978–1979. „Szoki” wymierzone w gospodarki liderów ekonomicznych świata, w perspektywie długoterminowej, wywołały negatywne konsekwencje zwłaszcza w państwach o gospodarkach słabiej rozwiniętych, powodując skokowy wzrost wydatków importowych<sup>5</sup>. Problemy z finansowaniem importu doprowadziły do nasilenia się procesu zadłużenia. Zdolności kredytodawców uległy spotęgowaniu dzięki tzw. petrodolarom, czyli nadwyżkom dolarowym powstałym w państwach OPEC, które ulokowały pozyskane środki w bankach komercyjnych, wykorzystując te środki do zwiększenia akcji kredytowej [Kaliński 2008, s. 336–339; Wojnarski 2004, s. 337–338; Budnikowski 1991, s. 48].

2. Nieodpowiedzialna polityka kredytowa banków polegała na przekazaniu ogromnych sum pieniężnych małej liczbie państw, które nie wykazywały zdolności do realizacji zaciągniętych zobowiązań. Na początku lat 80. suma udzielonych kredytów przez dziewięć największych banków amerykańskich wyniosła 285% kapitału zakładowego, co groziło, w przypadku niewywiązania się państw zadłużonych ze swoich wierzycelności, światowym załamaniem rynków finansowych [Cline 1985, s. 185].

3. Nagły wzrost stopy procentowej wywołany spadkiem poziomu inflacji i zaostrzeniem polityki monetarnej w państwach uprzemysłowionych, zwłaszcza w USA. Doprowadziło to w ciągu czterech lat do podwojenia się zobowiązań pożyczkowych.

4. Na początku lat 80. pogorszeniu uległy również relacje *terms of trade* gospodarek państw zadłużonych, kończąc tym samym boom eksportowy lat 70. wywołany kryzysami naftowymi, które to ostatecznie doprowadziły do wzrostu cen wszystkich surowców na rynkach światowych.

---

<sup>3</sup> W 1973 r. wybuchła kolejna wojna izraelsko-arabska. Państwa arabskie grupy OPEC, czyli zrzeszenia eksporterów ropy naftowej, w wyniku niemożności osiągnięcia zwycięstwa z Izraelem drogą militarną oraz w następstwie frustracji wywołanej wsparciem militarnym i gospodarczym USA (jak również innych państw) w stosunku do państwa Izrael, postanowiły czterokrotnie podnieść ceny ropy naftowej, przeciwstawiając się tym samym amerykańskiej polityce proizraelskiej. Polityka terroru naftowego była zwrócona w kierunku USA, Holandii, RPA, Portugalii i Rodezji, jednakże kryzys naftowy przyczynił się do pozytywnych przemian restrukturyzacyjnych w gospodarkach państw wysoko rozwiniętych, uderzając w perspektywie długoterminowej w kraje słabiej rozwinięte.

<sup>4</sup> Drugi kryzys energetyczny wywołała rewolucja islamska w Iranie, jednym z czołowych państw eksportujących ropę naftową. Ceny ropy naftowej wzrosły dwukrotnie, kryzys zakończył się w 1986 r., kiedy ceny wróciły do normy. Drugi kryzys był znacznie mniej dotkliwy niż pierwszy, ponieważ rewolucja islamska, a następnie wojna iracko-irańska rozbiły solidarność państw wchodzących w skład organizacji OPEC.

<sup>5</sup> Przed szokiem państwa gospodarek słabo rozwiniętych przeznaczały nieco ponad 5% swoich wydatków importowych na zakup ropy naftowej, w 1980 r. wskaźnik ten przekroczył poziom 20%.

5. Kolejnym istotnym czynnikiem eksplozji zadłużeniowej był kryzys gospodarczy przełomu lat 70. i 80. gospodarek państw uprzemysłowionych (spadki PKB odnotowano w latach 1974–1975, 1980–1982), co przyczyniło się w sposób pośredni do spadków poziomu eksportu krajów zadłużonych.

6. Do powstania zadłużenia doprowadziła również polityka państw rozwijających się. Do największych uchybień państw zadłużonych zaliczyć można: po pierwsze, nadmierną liczbę projektów inwestycyjnych, których niewydolna wewnętrznie gospodarka nie była w stanie zaabsorbować. Po drugie, złe kierunki inwestycji, przeinwestowanie sektora rolnego i energetycznego przy jednoczesnym niedoinwestowaniu sektora przemysłowego. Po trzecie, przeznaczenie części środków z zaciągniętych kredytów na doraźne cele budżetowe (konsumpcja, siły zbrojne). Po czwarte, kraje zadłużone prowadziły nierozsądną politykę makroekonomiczną, która prowadziła do szybkiego wzrostu deficytu budżetowego, silnie ekspansywnej polityki fiskalnej, subsydiowaniem przedsiębiorstw nierentownych. W następstwie doprowadziło to do wzrostu popytu wewnętrznego, a ten z kolei wywoływał wzrost importu i inflację. Ten negatywny stan jeszcze bardziej pogłębiła polityka stałego kursu walutowego.

7. Ostatnią z istotnych przyczyn zadłużenia jest masowy odpływ kapitału krajowego państw zadłużonych, wywołany czynnikami przedstawionymi powyżej [*Kraje rozwijające się w światowym systemie gospodarczym 2007*, s. 57–62].

Wszystkie z wymienionych czynników zadłużenia wystąpiły w krajach Ameryki Łacińskiej. Kraje te były i są głównymi sprawcami kryzysu zadłużeniowego, co wynika z braku stabilności politycznej, sprawnych struktur administracyjno-demokratycznych i partykularyzmu zachowań lokalnych przywódców, którzy lokują finanse narodowe na własnych rachunkach depozytowych i, jak na ironię, w bankach udzielających ich państwom pożyczek. Szacuje się nawet, że na tajnych kontach dyktatorów może być ulokowana suma o wartości 50% zobowiązań dłużnych tych państw [*Kraje rozwijające się w światowym systemie gospodarczym 2007*, s. 57–62].

#### **4. Wielkość zobowiązań finansowych krajów Ameryki Łacińskiej i ich wpływ na koniunkturę gospodarczą w latach 1975–1995**

Grupą krajów najbardziej zadłużonych lat 70. i 80. XX w. były państwa Ameryki Łacińskiej. W 1975 r. średnia zadłużenia państw tego regionu względem dochodu narodowego wynosiła około 22%, natomiast w 1990 r. sięgnęła 42%. Okresem kulminacyjnym był 1987 r., kiedy poziom zadłużenia względem dochodu narodowego wzrósł rekordowo do ponad 62% (była to suma około

400 mld USD) zwłaszcza w stosunku do innych regionów (na podstawie danych Banku Światowego).

Tak ogromna skala zadłużenia wiązała się z wieloma negatywnymi skutkami wobec gospodarek państw zadłużonych. Najpoważniejszym był transfer netto kapitału dłużnego z krajów zadłużonych do krajów wierzycielskich, co wywołane było wysokimi kosztami obsługi zadłużenia, przewyższającymi poziom dopływu nowych kredytów. Według danych Banku Światowego w latach 80., kraje Ameryki Łacińskiej przekazywały średniorocznie wierzycielom z tytułu obsługi zadłużenia aż 3% ich dochodu narodowego, co odpowiadało 17% wartości ich eksportu.

Już na początku lat 80. w państwach zadłużonych Ameryki Łacińskiej wystąpił problem z realizacją zobowiązań finansowych, a polityka oszczędnościowa wprowadzona parę lat wcześniej nie przynosiła oczekiwanych rezultatów. W celu zmiany tego negatywnego trendu Międzynarodowy Fundusz Walutowy opracował strategię polityki gospodarczej, jaką musiały przyjąć państwa zadłużone, aby wyjść z kryzysu, zalecając walkę z deficytem budżetowym i inflacją. Cele te miały zostać osiągnięte dzięki systematycznie wdrażanej polityce cięć w wydatkach rządowych oraz poziomie stopy procentowej, co miało zaowocować zmniejszeniem podaży pieniądza i w następstwie przyczynić się do spadku poziomu inflacji. Ponadto proponowano urealnienie kursu waluty, co wiązało się z jej dewaluacją. Dewaluacja waluty połączona z restrykcyjną polityką fiskalną i pieniężną prowadzić miała do poprawy bilansu handlowego i tym samym zwiększyć zdolności dłużników do wywiązania się ze swoich zobowiązań. MFW zalecał również większą deregulację i liberalizację rynku, co miało prowadzić do lepszej alokacji zasobów w gospodarce i tym samym szybszego jej wzrostu i rozwoju.

Państwa latynoskie dostosowały się w pełni do zaleceń MFW, co przyczyniło się do wzrostu poziomu oszczędności, jednakże powstałe nadwyżki zostały w całości wykorzystane na obsługę zadłużenia. Wdrożone w praktykę zalecenia MFW doprowadziły w perspektywie długoterminowej do pogorszenia sytuacji makroekonomicznej państw latynoskich. Nastąpił drastyczny spadek inwestycji, który spowodował erozję kapitału. Miało to wpływ na spadek poziomu produkcji i w następstwie na całą gospodarkę, wywołując spadek dochodu narodowego, a tym samym pogorszenie stopy życiowej ludności.

Dla krajów Ameryki Łacińskiej najtrudniejsze były lata 1981–1983 oraz 1988–1990. Wówczas to miało miejsce silne spowolnienie gospodarcze i recesja. Najgorszy był 1983 r., kiedy PKB dla całego regionu Ameryki Łacińskiej spadł o 2,6%. Najgorsza sytuacja wystąpiła w Chile, Peru, Meksyku i Wenezueli. PKB państw latynoskich uległ zamarznięciu. Eksport po początkowych, niewielkich spadkach również zastygł, natomiast poziom importu istotnie się obniżył. Wpływy budżetowe zaczęły drastycznie spadać, a to najbardziej odbijało się na najuboższych warstwach społecznych. Ten negatywny stan spotęgowała galopująca

inflacja, która już w 1982 r. przerodziła się w hiperinflację. Rekord dla regionu Ameryki Łacińskiej przypadł na lata 1989 i 1990, kiedy to inflacja wyniosła 1200%, po czym stopniowo zaczęła maleć. Tak wysoki poziom inflacji wywołany został radykalną polityką walki z deficytem, która oparta była w głównej mierze na polityce druku pieniądza. Jeżeli chodzi o inwestycję i przemysł, to spadki były ogromne: poziom inwestycji dla całego regionu w latach 1980–1983 uległ obniżeniu o około 40%. Po okresie największych załamań przemysł latynoski cofnął się w rozwoju do początku lat 60. (na podstawie danych Banku Światowego).

Sytuacja ta nie była korzystna również dla krajów wysoko rozwiniętych, będących eksporterami kapitału i usług finansowych, dlatego też postanowiono rozwiązać ten problem, aby ostatecznie uniknąć załamania na skalę globalną.

## 5. Proces wychodzenia z kryzysu

Pogarszająca się sytuacja dłużników i tym samym rosnące zagrożenie zbiorową niewypłacalnością zmusiła kraje uprzemysłowione do aktywizacji działań w celu rozwiązania pogarszającej się sytuacji i tym samym eliminacji realnej groźby światowego załamania finansowego. Międzynarodowe instytucje finansowe, banki komercyjne oraz państwa wierzycielskie podjęły się opracowania i wdrożenia wielu projektów zażegnania globalnego kryzysu zadłużeniowego. Powstały różne projekty, które modyfikowano odpowiednio do zmieniającej się sytuacji. Państwa zadłużone zostały przymuszone do wdrożenia opracowanych planów zmniejszenia skali zadłużenia.

Inicjatywę wierzycieli nakierowaną na rozwiązanie kryzysu zadłużeniowego można podzielić na różne grupy, okresy czy też stadia. Na podstawie dostępnej literatury wydzielono dwa stadia. Pierwsze stadium przypadło na lata 1982–1985. W tym czasie starano się zmienić sytuację umiarkowanymi i doraźnymi działaniami, rozwiązując problem dodatkowym finansowaniem, które zależne było od poziomu uregulowanych zaległości odsetkowych. W ramach tego etapu dokonano restrukturyzacji zadłużenia, zmniejszając nieco oprocentowanie, jak i wydłużając okres przeznaczony na spłatę zaciągniętych zobowiązań. Dokonano również przekazania nowych środków finansowych na warunkach lepszych dla odbiorców. Powyższa strategia zapobiegła globalnemu załamaniu, jednakże nie rozwiązała problemu, z tego też względu koniecznością stało się opracowanie nowych projektów oddłużeniowych i mechanizmów ich realizacji [Antowska-Bartosiewicz 1985, s. 53–56].

Drugie stadium przypadło na lata 1986–1995. W tym czasie w znacznej mierze rozwiązano problem wykorzystując plan Bakera i plan Brady'ego. Projekty te, stanowiące dobry przykład sprawnej inżynierii finansowej, dotyczyły krajów

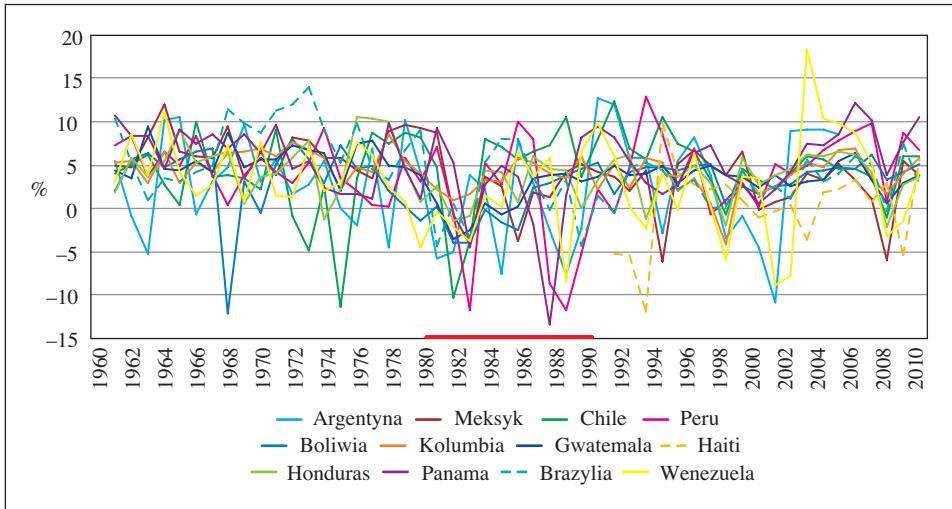
o średnim poziomie dochodów, tak więc w większości skierowane były do krajów Ameryki Łacińskiej. Zgodnie z tymi projektami walka z zadłużeniem miała polegać na:

- krótkoterminowym wzroście skali pożyczkowej banków,
- wzroście aktywności kredytowej ze strony Banku Światowego,
- realizacji przez kraje zadłużone narzuconych przez wierzycieli programów strukturalnych nakierowanych na tworzenie pozytywnych impulsów prozrostowych i reformujących struktury administracyjne państwa.

Programy skierowane do państw zadłużonych miały na celu ograniczenie popytu przy równomiernym wzroście podaży, co miało doprowadzić do wzrostu gospodarczego połączonego ze wzrostem eksportu. MFW w ramach dostosowań strukturalnych państw zadłużonych wprowadził system atrakcyjnych kredytów. Nowością była możliwość sprzedaży bądź zamiany długów na nowe instrumenty finansowe na podstawie rynkowej wartości długu. Operacje tego typu wprowadzały duże zamieszanie, jak również ogólnie komplikowały cały system, jednak dawały szansę redukcji zadłużenia, ponieważ wartość rynkowa długu kształtowała się znacznie poniżej jej wartości nominalnej. System ten był również korzystny dla banków komercyjnych, które chciały się pozbyć niechcianego zadłużenia, jak i innych banków, które chciały taką wierzytelność nabyć. Nowa struktura usług finansowych dawała dłużnikowi na zamianę długu na inny dług, jego wykup, zamianę długu na obligację, zamianę długu na udziały kapitałowe, zamianę długu na wydatki na ochronę środowiska oraz spłatę zadłużenia eksportem.

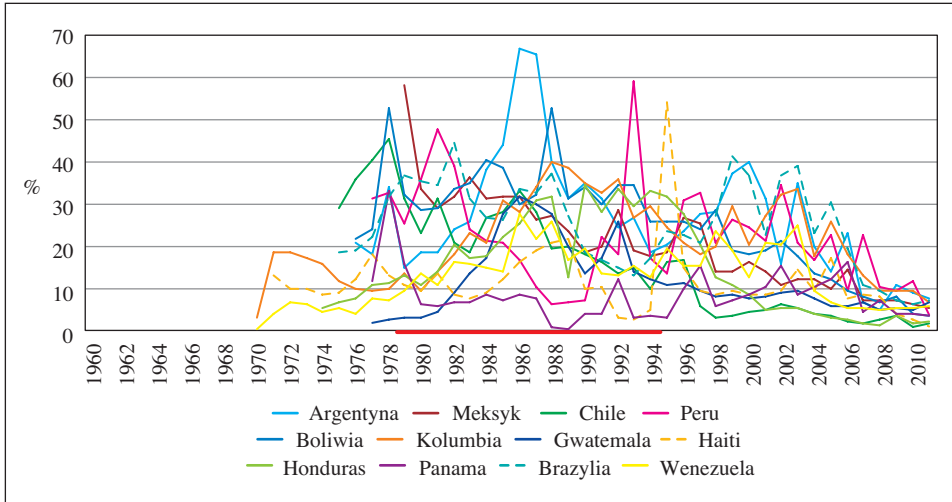
Mimo stworzenia bardzo wielu dogodnych warunków finansowych dla dłużników tylko w Chile i Boliwii w sposób wyraźniejszy poprawiła się sytuacja. Tym samym okazało się, że jedynie umorzenie części długów może realnie poprawić sytuację. Wierzyciele na początku wykazywali wielki sceptycyzm i ogromną niechęć do takich działań, jednakże z czasem ich podejście uległo zmianie. Zgoda krajów uprzemysłowionych na redukcję części zobowiązań podyktowana była następującymi przesłankami: 1) uległa poprawie kondycja banków wierzycielskich; 2) lata 80. (zwłaszcza druga ich połowa), to czasy boomu gospodarczego; 3) analizy finansowe wykazywały niemożność spłaty zobowiązań przez kraje zadłużone; 4) kryzys gospodarczy krajów Ameryki Łacińskiej negatywnie wpływał na skalę eksportu Stanów Zjednoczonych; 5) pogarszające się warunki życiowe ludności mogły wywołać negatywne zjawiska polityczne; 6) obniżka zadłużenia dawała szansę jego spłaty.

Anulowanie części zobowiązań finansowych doprowadziło ostatecznie do przezwyciężenia kryzysu zadłużeniowego i stabilizację sytuacji. Momentem przełomowym był początek lat 90., kiedy państwa latynoskie odnotowały wyraźne wzrosty gospodarcze i spadki zadłużenia (względem dochodu narodowego).



Rys. 1. Wahania w poziomie wzrostu gospodarczego wybranych państw Ameryki Łacińskiej w latach 1960–2011 (w %)

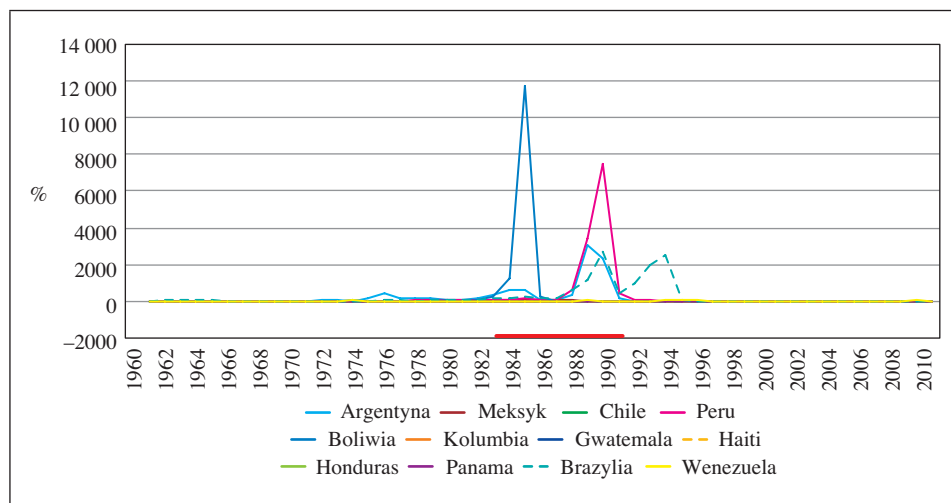
Źródło: opracowanie własne dokonane na podstawie: [The World Bank 2011].



Rys. 2. Wielkość zadłużenia wybranych państw Ameryki Łacińskiej w relacji do eksportu towarów i usług w latach 1960–2011 (w %)

Źródło: opracowanie własne dokonane na podstawie: [The World Bank 2011].

Rysunki 1–3 zostały opracowane celem uwidocznienia czytelnikowi w szerszej perspektywie czasowej, wychodzącej poza ramy lat 1975–1995, przebieg



Rys. 3. Poziom inflacji w wybranych państwach Ameryki Łacińskiej w latach 1960–2011

Źródło: opracowanie własne dokonane na podstawie: [The World Bank 2011].

wybranych procesów makroekonomicznych regionu Ameryki Łacińskiej. Na każdym z rysunków czerwona linia zaznaczona na osi odciętych uwidacznia okres kryzysu finansowego. Na rys. 1 ukazano załamanie koniunktury większości państw Ameryki Łacińskiej lat 80. XX w. (duża liczba spadków poniżej 10%) i stopniową poprawę koniunktury z początkiem lat 90. XX w. (duża liczba wzrostów powyżej 10%), widoczne jest również załamanie koniunktury związane z obecnym kryzysem finansowym mającym swój początek pod koniec 2007 r. Na rys. 2 ukazano wielkość zadłużenia, która osiągnęła swój punkt kulminacyjny w drugiej połowie lat 80. XX w. Na rys. 3 ukazano stan hiperinflacji występującej w latach 80. i z początkiem lat 90. XX w. i dławiącej rozwój gospodarczy państw Ameryki Łacińskiej.

## 6. Zakończenie

Kryzys zadłużeniowy uwidocznił luki w systemie bankowym, ukazując jak wielkie zagrożenie może nieść nadmierna deregulacja polityki finansowej. Kryzys zadłużeniowy, jaki można było zaobserwować w latach 80. XX w., nie jest jedynym, jaki dotknął gospodarkę współczesnego świata.

Istnieją teorie, według których zadłużanie państw słabo rozwiniętych jest umyślną polityką państw wysoko rozwiniętych, celem stworzenia finansowego

„odkurzacza”, który zasysałyby wytworzony kapitał do państw rozwiniętych. Utrwała podział klasowy w celu wyzysku i zniewolenia grup uboższych. Według tych teorii tak manipuluje się polityką kredytową celem sztucznego wywoływania kryzysów finansowych, aby w sposób głębszy uzależnić gospodarczo regiony uboższe, niezbędne do wytwarzania towarów podstawowych o niskiej cenie. Oprócz narzędzi finansowych również technologia jest narzędziem utrzymania światowego podziału klasowego, której ceny rosną szybciej niż ceny towarów rolno-spożywczych (tworzy się niekorzystną relację *terms of trade* dla państw uboższych). Tym samym świat dzieli się na centra i peryferie. Podział taki porównać można do systemu gospodarki feudalnej, w którym istniał pan feudalny, rzemieślnicy wytwarzający towary wyższej jakości i tym samym o wyższej cenie (np. wozy, broń, zbroje, meble), a dalej – chłopci, którzy za bardzo niską cenę wytwarzali żywność, będąc przy tym ludźmi pozbawionymi praw i wysoce opodatkowanymi, co gorsza, nieświadomymi swej sytuacji. Cały dochód trafiał do centrum, czyli lokalnego władcy, który dysponował kapitałem i żył w luksusie [Wallerstein 1999, 2004, 2006, 2007a, 2007b, 2008].

Powyżej przedstawione wnioski z analiz ekonomiczno-historyczno-socjologicznych zaliczane są do grupy teorii marksistowskich, których najbardziej znanym przedstawicielem jest profesor Immanuel Wallerstein, ekonomista, historyk i socjolog, wykładowca Uniwersytetu Columbia.

Teorie klasycznego liberalizmu inaczej podchodzą do kryzysów zadłużeniowych, chociaż stwierdzają, że państwa rozwinięte udzielają kredytów państwom gospodarek nierozwiniętych dla własnych interesów, jednakże tym samym dają im wielką szansę na zmianę swojej sytuacji. Problemem jest tylko brak odpowiedzialności ze strony odbiorców usług finansowych.

W kwestii wpływu zadłużenia na koniunkturę gospodarczą wnioski są następujące: umiarkowany poziom zadłużenia raczej nie wpływa negatywnie na gospodarkę, powodując dopływ dodatkowego strumienia pieniędzy do gospodarki w ten sposób pozytywnie ją stymuluje. Jeżeli pozyskane środki są wykorzystane efektywnie, to w przyszłości nastąpi wyższy wzrost gospodarczy, który z kolei wygeneruje środki na spłatę zobowiązań, które tym samym pochłoną mniejszą część zysków. Ponadto obowiązek spłaty zadłużenia rodzi presję, przez co zwiększana jest wydajność. Problem pojawia się wtedy, gdy inwestycje nie przynoszą zysków, a odsetki przekraczają poziom możliwości dłużnika. W takim momencie wdrożenie polityki oszczędnościowej, polegającej na podwyższeniu stopy procentowej, restrykcyjnej polityce fiskalnej i polityce proeksportowej (która oparta jest na subsydiach, wysokiej inflacji, obniżaniu narodowego kursu walutowego) powoduje silną dekoniunkturę, nie tylko obniża poziom dochodu narodowego, ale również – poziom rozwoju społecznego, na czym tracą zwłaszcza najuboższe grupy społeczne. Spadek PKB powoduje zmniejszenie napływu dochodów,



w następstwie czego maleją również środki dostępne na realizację zadłużenia, powstaje wówczas błędne koło, które jeżeli nie zostanie przerwane przez redukcję zobowiązań, może doprowadzić do całkowitego zawieszenia spłat zobowiązań i wywołać negatywne zjawiska polityczne, destabilizujące sytuację międzynarodową, tak w wymiarze ekonomicznym, jak również politycznym.

## Literatura

- Antowska-Bartosiewicz I. [1985], *Instytucjonalne ramy rozwiązania problemu spłaty zadłużenia*, Instytut Finansów, Warszawa.
- Budnikowski A. [1991], *Zadłużenie jako problem globalny*, PWE, Warszawa.
- Chrabonszczewska E. [2005], *Międzynarodowe organizacje finansowe*, Szkoła Główna Handlowa w Warszawie, Warszawa.
- Ciepielewski J. et al. [1985], *Dzieje gospodarcze świata do roku 1980*, PWE, Warszawa.
- Cline W.R. [1985], *International Debt: From Crisis to Recovery*, „American Economy Review”, vol. 75, nr 2.
- Kaliński J. [2008], *Historia gospodarcza XIX i XX wieku*, PWE, Warszawa.
- Kraje rozwijające się w światowym systemie gospodarczym* [2007], red. S. Miklaszewski, Difin, Warszawa.
- Najnowsza historia świata* [2003], red. A. Patek, J. Rydel, J.J. Węc, Wydawnictwo Literackie, Kraków.
- Szaniecki M. [1991], *Powszechna historia państwa i prawa*, LexisNexis, Warszawa.
- Suter Ch. [1992], *Debt Cycles in the World-Economy: Foreign Loans, Financial Crises, and Debt Settlements, 1820–1990*, Westview Press, Oxford.
- Szpak J. [2003], *Historia gospodarcza powszechna*, PWE, Warszawa.
- Wallerstein I. [1999], *Wyzwania wobec nauk społecznych u progu XXI wieku*, Universitas, Kraków.
- Wallerstein I. [2004], *Koniec świata jaki znamy*, Wydawnictwo Naukowe Scholar, Warszawa.
- Wallerstein I. [2006], *Nowoczesny system-świat. Współczesne teorie socjologiczne*, Wydawnictwo Naukowe Scholar, Warszawa 2006.
- Wallerstein I. [2007a], *Analiza systemów-światów*, Wydawnictwo Akademickie Dialog, Warszawa.
- Wallerstein I. [2007b], *Europejski uniwersalizm. Retoryka władzy*, Wydawnictwo Naukowe Scholar, Warszawa.
- Wallerstein I. [2008], *Utopista. Alternatywy historyczne dla XXI wieku*, Oficyna Trójka, Poznań.
- Wojnarski D. [2004], *Powszechna historia gospodarcza*, Poltext, Warszawa.
- The World Bank [2011], *World Development Indicators*, [http://databank.worldbank.org/data/views/reports/tableview.aspx#s\\_b](http://databank.worldbank.org/data/views/reports/tableview.aspx#s_b) (dostęp: 18.04.2011).

## **The Effect of Excessive Foreign Debt on the Economic Climate – the Example of Latin America**

The article examines excessive indebtedness at the country level. The study covers the years 1975–1995, during which this problem affected particularly medium-developed countries and the lack of its solution implied a threat of a global economic crisis. This was one of the most serious global economic crises and global debt crises to have occurred in the general history of finance, seriously destabilising economies and the political situation. The political sphere also to some extent conditioned the procedure for its solution.

**Keywords:** crisis, budget deficit, public debt, financial destabilisation, unfair exploitation.

*Monika Musiał-Malagó*

Katedra Gospodarki Regionalnej  
Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie

# Zróżnicowanie dostępności transportowej województw Polski

## Streszczenie

Obecny stopień rozwoju i stan techniczny infrastruktury transportu w Polsce stał się jedną z podstawowych barier wzrostu gospodarczego i modernizacji kraju, które hamują proces pełnej integracji Polski z Unią Europejską w obszarze polityki transportowej. W wyniku niedorozwoju infrastruktury transportowej pogorszeniu uległa dostępność przestrzenna wielu ośrodków i regionów w skali regionalnej, krajowej i europejskiej.

Badania dostępności transportowej zostały przeprowadzone metodami taksonomicznymi z wykorzystaniem danych na koniec 2012 r. Celem przeprowadzonego badania jest dokonanie oceny zróżnicowania dostępności transportowej polskich regionów z wykorzystaniem miar syntetycznych umożliwiających ich uszeregowanie i pogrupowanie.

**Słowa kluczowe:** infrastruktura transportowa, dostępność przestrzenna, dostępność transportowa, sieć drogowa, sieć kolejowa.

## 1. Wprowadzenie

Dostępność transportowa jest jednym z podstawowych pojęć z zakresu badań rozwoju transportu w aspekcie przestrzennym. W literaturze przedmiotu pojęcie dostępności transportowej nie jest jednoznaczne. Jest ono używane w różnych kontekstach, m.in. w odniesieniu do systemu transportowego, różnego rodzaju usług, ponadto jest czynnikiem rozwoju gospodarczego regionów, a także czynnikiem wpływającym na ich atrakcyjność inwestycyjną.

Celem artykułu jest ocena zróżnicowania dostępności transportowej regionów Polski. Badania przeprowadzono na poziomie województw z wykorzystaniem miar syntetycznych.

## 2. Diagnoza aktualnej sytuacji w obszarze polskiej infrastruktury transportowej

Efektywny i sprawny system transportowy jest istotnym czynnikiem rozwoju regionów. W rozwoju infrastruktury poszczególnych gałęzi transportu w Polsce występują znaczne dysproporcje. Niskie nakłady i inne błędy popełnione w procesie rozwoju transportu spowodowały, że infrastruktura jego gałęzi, najbardziej nawet rozwiniętych, nie odpowiada standardom europejskim. W wyniku niedorozwoju infrastruktury transportowej wykształciły się w Polsce strefy o niskiej dostępności przestrzennej w systemie regionalnym, krajowym i europejskim.

W 2012 r. Polska posiadała sieć dróg publicznych o łącznej długości 412 035,1 km, tj. zaledwie o 10,5% więcej niż w 2000 r., w tym ogólna długość dróg krajowych wyniosła 19 182,1 km. Drogi o nawierzchni twardej o długości 280 719,1 km stanowiły 68,1% długości dróg publicznych, z czego 91,9% miało nawierzchnię ulepszoną.

Polska sieć drogowa charakteryzuje się relatywnie wysoką gęstością szlaków o nawierzchni twardej, w miarę proporcjonalną do gęstości zaludnienia. Średnio w kraju na 100 km<sup>2</sup> przypadało 89,8 km dróg o nawierzchni twardej, zaś na 10 tys. mieszkańców – 72,9 km. Najwyższe wskaźniki gęstości sieci drogowej odnotowano w województwie śląskim (173,2), a następnie w małopolskim (159,2), świętokrzyskim (116,2) i łódzkim (105,3), najniższe zaś w województwach warmińsko-mazurskim (53,3), lubuskim (59,5) i zachodniopomorskim (59,6). Z kolei najwyższy wskaźnik gęstości sieci drogowej w stosunku do zaludnienia miały województwa świętokrzyskie (106,8) i podlaskie (103,4) natomiast najniższy – śląskie (46,3) i pomorskie (54,9).

Najkorzystniejszy współczynnik średnioważony<sup>1</sup> posiadało województwo świętokrzyskie (111,4), zaś najniższą gęstość przestrzenną sieci dróg w przeliczeniu na jednego mieszkańca miało województwo pomorskie (61,4) – tabela 1.

Ważną częścią systemu dróg są autostrady i drogi ekspresowe. W 2012 r. długość autostrad i dróg ekspresowych wynosiła odpowiednio 1365,0 i 1052,4 km. Pomimo że długość dróg o podwyższonym standardzie w Polsce systematycznie rośnie (długość autostrad i dróg ekspresowych znacznie wzrosła od 2000 r. – o 1007 i 859 km, czyli odpowiednio o 73% i 82%), to nadal ich udział w ogólnej

<sup>1</sup> Wskaźnik średnioważony – długość sieci drogowej podzielona przez pierwiastek kwadratowy z iloczynu liczby mieszkańców i powierzchni województwa.

Tabela 1. Długość i gęstość dróg w Polsce w 2012 r. (w tys. km)

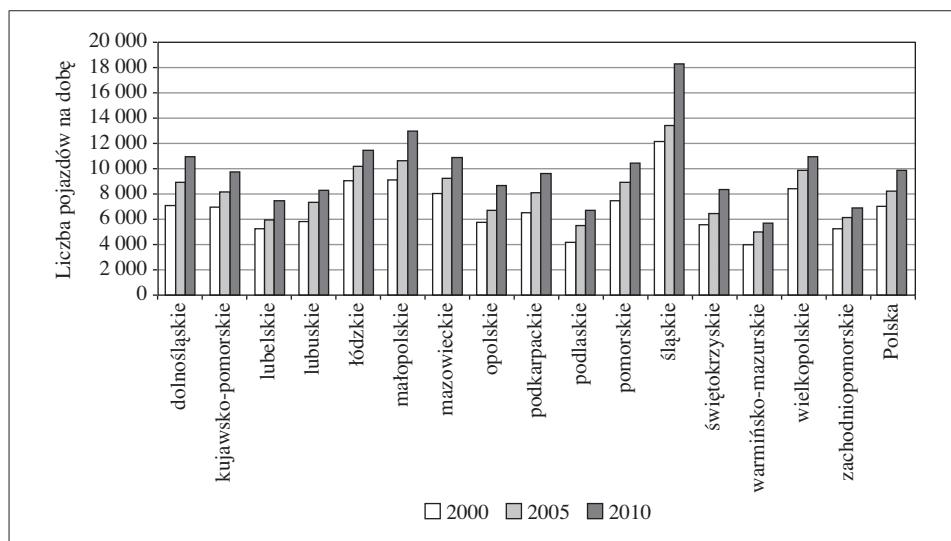
Polska i województwa		Drogi publiczne						Gęstość dróg o nawierzchni twardej			
		ogółem	w tym krajowe		w tym autostrady		w tym o nawierzchni utwardzonej		km na 100 km <sup>2</sup>	km na 10 tys. ludności	wskaźnik średnioważony <sup>a</sup>
			ogółem	ogółem	ekspresowe	ogółem	ulepszonej				
2000 r.	372977,0	18026,0	358,0	193,0	249828,0	205637,0	79,9	65,3	72,2		
2005 r.	381462,8	18254,4	551,7	257,7	253781,4	227249,6	81,2	66,5	73,5		
2012 r.	412035,1	19182,1	1365,0	1052,4	280719,1	258060,0	89,8	72,9	80,9		
W tym województwa											
dolnośląskie	23600,6	1441,0	221,9	59,4	18862,0	17640,4	94,6	64,7	78,2		
kujawsko-pomorskie	26690,5	1133,4	100,2	35,3	16488,6	14570,3	91,7	78,7	84,9		
lubelskie	34196,2	1059,6	–	12,1	20689,1	19648,6	82,4	95,5	88,7		
lubuskie	14464,1	907,1	89,2	59,4	8318,0	7335,5	59,5	81,3	69,5		
łódzkie	25578,4	1455,6	187,7	93,2	19181,6	17538,6	105,3	76,0	89,4		
małopolskie	30336,8	1076,6	137,3	21,8	24169,5	21833,1	159,2	72,1	107,1		
mazowieckie	53013,5	2439,2	65,9	142,7	35023,4	33156,1	98,5	66,1	80,7		
opolskie	11382,2	778,3	88,1	–	8508,4	7780,8	90,4	84,2	87,3		
podkarpackie	19225,1	771,4	6,8	6,4	15630,5	14702,0	87,6	73,4	80,2		
podlaskie	25250,4	975,4	–	10,6	12390,6	11218,4	61,4	103,4	79,7		
pomorskie	22691,2	909,2	65,9	72,3	12575,4	11496,7	68,7	54,9	61,4		
śląskie	25565,8	1206,0	168,9	115,8	21362,2	19773,7	173,2	46,3	89,5		
świętokrzyskie	17170,0	754,3	–	54,0	13603,0	11683,6	116,2	106,8	111,4		
warmińsko-mazurskie	22917,9	1331,3	1,2	139,3	12889,1	12051,6	53,3	88,8	68,8		
wielkopolskie	40264,1	1796,7	210,4	90,6	27380,5	25246,3	91,8	79,1	85,2		
zachodniopomorskie	19688,3	1145,7	21,6	139,5	13647,2	12384,3	59,6	79,3	68,7		

<sup>a</sup> wskaźnik średnioważony objaśniono na s. 36

Źródło: opracowanie własne na podstawie: [Transport – wyniki działalności..., 2001, 2006, 2013].

długości dróg w kraju jest nieznaczny (odpowiednio 4,6% i 3,6%). Na koniec 2012 r. na 100 km<sup>2</sup> powierzchni oraz na 10 tys. ludności kraju przypadało odpowiednio 0,43 i 0,35 km długości autostrad. Dla 27 krajów UE średnia wartość tego wskaźnika była dużo wyższa i wynosiła odpowiednio 1,6 i 1,4 [*Transport – wyniki działalności 2011*, s. 263]. W 2012 r. trzy województwa (lubelskie, podlaskie i świętokrzyskie) nie miały w ogóle autostrad, zaś dróg ekspresowych nie miało województwo opolskie (tabela 1).

Jednym z podstawowych parametrów służących do zbadania użytkowania sieci drogowej jest wskaźnik średniodobowego natężenia ruchu środków transportu<sup>2</sup>. Średni dobowy ruch pojazdów na sieci dróg krajowych wyniósł w 2010 r. 9888 pojazdów/dobę i wzrósł o 41% od 2000 r. Najwyższe wskaźniki obciążenia dróg krajowych ruchem odnotowano w województwie śląskim (18 262 pojazdy), a następnie w małopolskim (12 953 pojazdy) i łódzkim (11 471 pojazdy), najmniej zaś obciążona była sieć drogowa w województwach warmińsko-mazurskim (5684 pojazdy), podlaskim (6702 pojazdy) i zachodniopomorskim (6892 pojazdy). W porównaniu z 2000 r., we wszystkich województwach wzrósł ruch środków transportu; najbardziej w województwach podlaskim (o 60,2%) i dolnośląskim (o 54,2%), najmniej zaś w łódzkim (o 26,7%) i wielkopolskim (o 29,5%) – rys. 1.



Rys. 1. Dobowe natężenie ruchu na sieci dróg krajowych w Polsce w latach 2000, 2005 i 2010 według województw

Źródło: opracowanie własne na podstawie: [Opoczyński 2000, 2005, 2010].

<sup>2</sup> Badania natężenia ruchu przeprowadzane są co 5 lat przez GDDKiA – ostatnio wykonano je w 2010 r.

W Polsce ok. 38% sieci drogowej jest w stanie technicznym złym lub niezadowolającym, wymaga więc przeprowadzenia różnego rodzaju remontów, w tym około 14% (stan zły) wymaga natychmiastowych remontów. W latach 2000–2012 spadł odsetek dróg krajowych o złym stanie nawierzchni i przybyło odcinków dróg o stanie dobrym i zadowolającym<sup>3</sup>.

W poszczególnych województwach stan nawierzchni dróg jest zróżnicowany, co potwierdza wskaźnik natychmiastowych potrzeb remontowych, odzwierciedlający stosunek długości sieci w złym stanie do ogólnej długości sieci. Największy odsetek dróg krajowych w stanie dobrym i zadowolającym występował w województwach pomorskim i zachodniopomorskim, najmniejszy zaś w województwie kujawsko-pomorskim.

Tabela 2. Stan techniczny nawierzchni sieci dróg krajowych w województwach w Polsce w 2012 r. (w %)

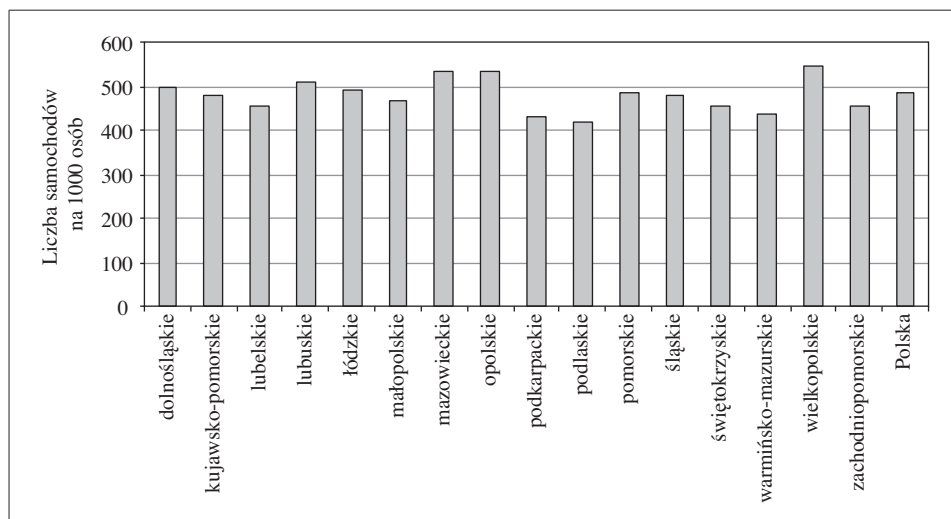
Wyszczególnienie		Stan nawierzchni dobry i zadowolający	Stan nawierzchni niezadowolający	Stan nawierzchni zły
Polska	2000	23,6	41,6	34,8
	2005	48,9	26,2	24,9
	2012	62,7	23,8	13,5
W tym województwa				
dolnośląskie		53,0	29,3	17,7
kujawsko-pomorskie		52,1	30,3	16,1
lubelskie		65,6	17,4	16,9
lubuskie		61,8	27,4	10,8
łódzkie		66,0	21,9	12,2
małopolskie		57,5	27,9	14,6
mazowieckie		61,4	23,2	15,4
opolskie		62,1	27,8	10,1
podkarpackie		57,2	27,5	15,4
podlaskie		65,5	19,6	14,9
pomorskie		77,4	15,6	7,0
śląskie		58,5	31,4	10,0
świętokrzyskie		66,6	21,7	11,7
warmińsko-mazurskie		69,9	18,7	11,4
wielkopolskie		55,8	27,9	16,3
zachodniopomorskie		74,9	14,1	11,0

Źródło: opracowanie własne na podstawie: [Raport o stanie technicznym, 2001, 2006, 2013].

<sup>3</sup> Drogi krajowe o złym stanie nawierzchni w 2000 r. – 5591 km, w 2012 r. – 2664 km, drogi krajowe w stanie dobrym i zadowolającym w 2000 r. – 10 494 km, w 2012 r. – 17 076 km [Raport o stanie technicznym... 2001, 2013].

Najwięcej odcinków dróg w złym stanie technicznym, których nawierzchnie wymagają natychmiastowych remontów, było w województwie dolnośląskim (17,7%), najmniej zaś w pomorskim (7,0%) (tabela 2).

Pogarsza się infrastruktura drogowa, a równocześnie szybko wzrasta liczba samochodów. Liczba zarejestrowanych samochodów osobowych w 2012 r. wyniosła 18,7 mln<sup>4</sup>. W Polsce w latach 2000–2012 odnotowano wzrost liczby samochodów o 87,6%, zaś długość dróg utwardzonych zwiększyła się zaledwie o 12,4%. Oznacza to, że przyrost sieci dróg nie nadążył za wzrostem liczby samochodów. Wskaźnik motoryzacji (liczba samochodów osobowych przypadająca na 1000 ludności) w 2012 r. wyniósł 486 (wobec 459 w 2000 r.). Najwyższy zanotowano w województwach: wielkopolskim (546), mazowieckim (536) i opolskim (531), z kolei najniższy w województwach podlaskim (421), podkarpackim (431) i warmińsko-mazurskim (434) – rys. 2.



Rys. 2. Liczba samochodów osobowych na 1000 mieszkańców w województwach Polski w 2012 r.

Źródło: opracowanie własne na podstawie: [Bank Danych Lokalnych 2014].

Istotnym elementem systemu komunikacyjnego jest transport kolejowy. Sieć kolejową w Polsce, dobrze rozwiniętą pod względem ilościowym, charakteryzuje też wysoki stopień elektryfikacji oraz duży odsetek linii dwutorowych i wielo-

<sup>4</sup> Samochody osobowe w Polsce w 2000 r. – 9991,3; w 2005 r. – 12 339,4; w 2012 r. – 18 744,4. Samochody osobowe/1000 ludności w 2000 r. – 259, w 2005 r. – 323, w 2012 r. 486 [Bank Danych Lokalnych 2013].



Tabela 3. Długość linii kolejowych w Polsce w latach 2000–2012 wg województw

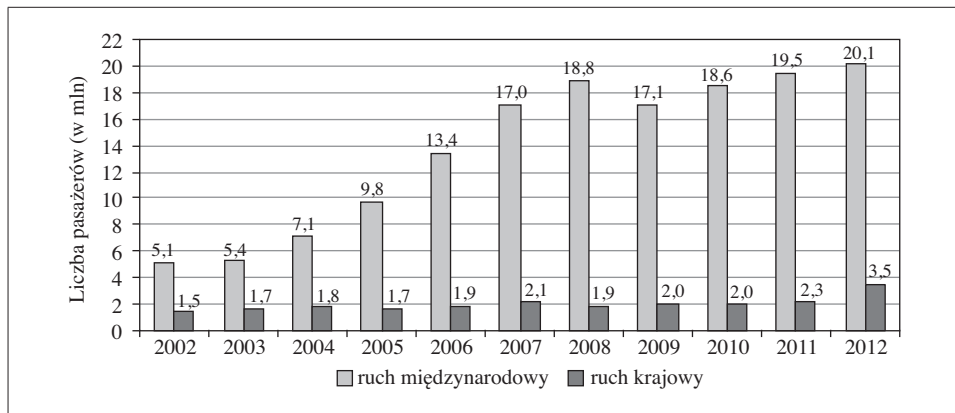
Obszar	ogółem w km	Linie kolejowe eksploatowane				Gęstość linii kolejowych		
		zelektryfikowane		w tym		km na 100 km <sup>2</sup>	km na 10 tys. ludności	wskaźnik średniowa- zony
		w km	w %	w km	w %			
Polska ogółem	2000 r.	11905	52,8	8761	38,9	7,2	5,9	6,5
	2005 r.	11884	58,7	8747	43,1	6,5	5,3	5,9
	2012 r.	11920	59,3	8717	43,4	6,4	5,2	5,8
Dolnośląskie	1779	1065	59,9	772	43,4	8,9	6,1	7,4
Kujawsko-pomorskie	1276	562	44,0	536	42,0	7,1	6,1	6,6
Lubelskie	1045	416	39,8	379	36,3	4,2	4,8	4,5
Lubuskie	971	335	34,5	401	41,3	6,9	9,5	8,1
Łódzkie	1055	981	92,6	672	63,7	5,8	4,2	4,9
Mazowieckie	1124	894	77,5	471	41,9	7,4	3,4	5,0
Mazowieckie	1712	1418	82,6	1013	59,2	4,8	3,2	3,9
Opolskie	821	433	52,7	435	53,0	8,7	8,1	8,4
Podkarpackie	1024	365	35,6	232	22,7	5,7	4,8	5,3
Podlaskie	700	222	31,7	107	15,3	3,5	5,8	4,5
Pomorskie	1237	457	36,9	369	29,8	6,8	5,4	6,0
Śląskie	2076	1708	82,3	1080	52,0	16,8	4,5	8,5
Świętokrzyskie	721	554	76,8	373	51,7	6,2	5,7	5,9
Warmińsko-mazurskie	1238	497	40,1	301	24,3	5,1	8,5	6,6
Wielkopolskie	2061	1264	61,3	1155	56,0	6,9	6,0	6,4
Zachodniopomorskie	1254	749	59,7	421	33,6	5,5	7,3	6,3

Źródło: opracowanie własne na podstawie: [Bank Danych Lokalnych 2014].

torowych (43,4%) – tabela 4. Polska sieć kolejowa posiada jednak gorsze cechy eksploatacyjne w porównaniu z siecią kolejową państw członkowskich Unii Europejskiej. W 2012 r. długość linii kolejowych eksploatowanych wynosiła 20 094 km, co daje gęstość linii kolejowych na poziomie 6,5 km/100 km<sup>2</sup>. W porównaniu z 2000 r. długość tej sieci zmalała o ponad 12% (tabela 3). Najwyższa gęstość linii kolejowych w 2012 r. kształtowała się na poziomie 16,8 dla województwa śląskiego, natomiast najniższa – w województwach: podlaskim (3,5), lubelskim (4,2) i mazowieckim (4,8).

Sieć kolejowa w Polsce z uwagi na usytuowanie naszego kraju między Europą Zachodnią i Wschodnią oraz pomiędzy krajami skandynawskimi i krajami środkowo-wschodniej Europy, które nie mają dostępu do morza oraz Bałkanami, może być wykorzystywana dla połączeń tranzytowych, a nawet z regionami dalszymi, jak Chiny, Indie, Bliski i Daleki Wschód [*Koncepcja przestrzennego...* 2011].

W wyniku wieloletnich zaniedbań sieć kolejowa w Polsce wymaga wielu działań interwencyjnych, skierowanych przede wszystkim na remonty i naprawę elementów infrastruktury (m.in.: torów, obiektów inżynierskich, urządzeń energetyki). Duże znaczenie dla rozwoju infrastruktury transportowej ma też dostosowanie kolejowej sieci transportowej do wymogów Unii Europejskiej.



Objaśnienie: bank Danych Lokalnych zawiera dane dotyczące ruchu pasażerów w portach lotniczych w podziale na ruch krajowy i międzynarodowy od 2002 r.

Rys. 3. Ruch pasażerów w portach lotniczych w latach 2002–2012

Źródło: opracowanie własne na podstawie: [Musiał-Malagó 2013, s. 104; Bank Danych Lokalnych 2014].

Szczególną rolę we współczesnym transporcie odgrywa transport lotniczy. Na poprawę dostępności przestrzennej ma wpływ bliskość portu lotniczego. W Polsce niemal wszystkie duże ośrodki miejskie obsługiwane są przez transport

lotniczy. Daje to możliwość rozwoju połączeń polskich miast głównie z miastami europejskimi. Po 2004 r. miała miejsce intensyfikacja i decentralizacja ruchu lotniczego. Od tego czasu znacznie wzrósł ruch pasażerów w polskich portach lotniczych. W 2012 r. odprawiono tam 23 677,4 tys. pasażerów, tj. prawie 3-krotnie więcej, niż w 2002 r. Większy wzrost odnotowano w komunikacji międzynarodowej niż w krajowej. Regularna komunikacja lotnicza utrzymywana jest z 91 miastami, w tym z 82 w sieci międzynarodowej [Bank Danych Lokalnych 2013].

Infrastruktura transportu lotniczego, w porównaniu z silnie zdekapitalizowaną infrastrukturą transportu drogowego i kolejowego, jest relatywnie nowoczesna i w znacznie większym stopniu zbliżona do standardów europejskich.

### 3. Metodologia badania

Wśród ekonomistów, planistów i geografów panuje duża różnorodność w klasyfikacji metod badania i pomiaru dostępności transportowej. Na podstawie przeglądu literatury przedmiotu można wyróżnić sześć metod analizy dostępności transportowej [Komornicki 2010, s. 36–37], tj.:

- dostępność mierzona wyposażeniem infrastrukturalnym – jest ona określana za pomocą wskaźników wyposażenia infrastrukturalnego obszaru (ilość i jakość infrastruktury),

- dostępność mierzona odległością – odległość fizyczna, fizyczna rzeczywista, czasowa, ekonomiczna do celu/celów zbioru podróży,

- dostępność mierzona izochronami – polega na wyznaczaniu stref o jednokowej odległości czasowej, mierzona jest przez oszacowanie zbioru celów podróży dostępnych w określonym czasie lub przy określonym koszcie czy wysiłku podróży,

- dostępność potencjalna – jest mierzona możliwością zajścia interakcji między źródłem podróży a zbiorem celów podróży (różnych wariantów dostępności mierzonej za pomocą wskaźników potencjału lub modeli grawitacji),

- dostępność mierzona w geografii czasu lub czasoprzestrzeni – może być mierzona przez szacowanie jednostkowych, specyficznych podróży między źródłem a celem,

- dostępność mierzona maksymalizacją użyteczności – jest mierzona zachowaniem użytkownika systemu transportowego.

Jedną z szeroko stosowanych metod ewaluacji polityki transportowej jest dostępność mierzona za pomocą wskaźników wyposażenia infrastrukturalnego, bowiem ten rodzaj dostępności można określić za pomocą wskaźników ilościowych i jakościowych infrastruktury [Kozłak 2012, s. 190].

Do oceny dostępności transportowej regionów autor zastosował metodę standaryzowanych sum z grupy taksonomicznych metod bezwzorcowych. Polega ona na budowie syntetycznego wskaźnika będącego sumą znormalizowanych wartości wskaźników cząstkowych. Badania oparto na podstawie danych statystycznych wg stanu na koniec 2012 r. Przeprowadzone badanie pozwala na opracowanie rankingu i typologię województw pod względem ich dostępności transportowej. Przyjęta metodologia badań zakłada w pierwszej kolejności wyznaczenie zmiennych diagnostycznych.

W analizie zróżnicowania dostępności przestrzennej duży wpływ na wyniki badań ma odpowiedni zestaw mierników. Cechy diagnostyczne zostały w tym badaniu dobrane na podstawie kryteriów merytorycznych i charakteryzują w możliwie pełny sposób jednostki badanego zbioru. Jednak dobór ten był zdeterminowany m.in. dostępnością danych statystycznych. Konstrukcja wskaźników syntetycznych opiera się na wskaźnikach cząstkowych przyporządkowanych do dwóch grup w transporcie osób, tj. obrazujących dostępność drogową i kolejową [Kozłak 2012, s. 214].

W celu doprowadzenia cech do porównywalności dokonano ich standaryzacji. Standaryzację cech przeprowadzono przy wykorzystaniu tzw. formuły zero-jedynkowej uwzględniającej średnią arytmetyczną i odchylenie standardowe zbioru wartości standaryzowanej cechy. W następnej kolejności skonstruowano wskaźniki syntetyczne, które uporządkowano monotonicznie, co umożliwiło klasyfikację badanych województw z punktu widzenia ich dostępności przestrzennej.

Do badania w zakresie infrastruktury transportu drogowego przyjęto następujący zestaw mierników:

- $x_1$  – średnioważony wskaźnik nasycenia infrastrukturą drogową,
- $x_2$  – odsetek dróg krajowych przypadających na województwo,
- $x_3$  – odsetek autostrad i dróg ekspresowych przypadających na województwo,
- $x_4$  – wskaźnik natychmiastowych potrzeb remontowych (odsetek dróg w stanie złym),
- $x_5$  – czas dojazdu z miasta wojewódzkiego do Warszawy (min),
- $x_6$  – czas dojazdu z miasta wojewódzkiego do pozostałych miast wojewódzkich (min),
- $x_7$  – czas przejazdu z miasta na prawach powiatu do miasta wojewódzkiego (min),
- $x_8$  – wskaźnik zmotoryzowania ludności.

Z kolei do badań z zakresu transportu kolejowego przyjęto następujące cechy diagnostyczne:

- $x_1$  – średnioważony wskaźnik nasycenia infrastrukturą kolejową,
- $x_2$  – udział województwa w długości dróg kolejowych,
- $x_3$  – udział linii kolejowych dwutorowych i więcej,

$x_4$  – czas dojazdu do Warszawy (min),  
 $x_5$  – czas dojazdu do pozostałych miast wojewódzkich (najkrótszy czas przejazdu, przy założeniu jednej przesiadki).

Wartości prezentowanych mierników zestawiono w tabelach 4 i 5.

Tabela 4. Wartości cech określających poziom dostępności drogowej województw w 2012 r.

Województwo	Mierniki <sup>a</sup>							
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$	$X_8$
Dolnośląskie	78,2	7,5	11,6	17,7	257,0	3292,0	225,0	495,3
Kujawsko-pomorskie	84,9	5,9	5,6	16,1	206,0	3548,0	200,0	477,6
Lubelskie	88,7	5,5	0,5	16,9	138,0	4071,0	409,0	456,9
Lubuskie	69,5	4,7	6,1	10,8	236,0	3520,0	92,0	506,6
Łódzkie	89,4	7,6	11,6	12,2	89,0	2756,0	107,0	489,7
Małopolskie	107,1	5,6	6,6	14,6	231,0	3468,0	152,0	466,4
Mazowieckie	80,7	12,7	8,6	15,4	0,0	3043,0	197,0	535,5
Opolskie	87,3	4,1	3,6	10,1	238,0	3318,0	0,0 <sup>b</sup>	531,1
Podkarpackie	80,2	4,0	0,5	15,4	269,0	4237,0	205,0	431,0
Podlaskie	79,7	5,1	0,4	14,9	144,0	4406,0	172,0	421,2
Pomorskie	61,4	4,7	5,7	7,0	242,0	4194,0	165,0	483,5
Śląskie	89,5	6,3	11,8	10,0	200,0	3131,0	456,0	478,1
Świętokrzyskie	111,4	3,9	2,2	11,7	145,0	3343,0	0,0 <sup>b</sup>	454,2
Warmińsko-mazurskie	68,8	6,9	5,8	12,8	159,0	4213,0	77,0	433,5
Wielkopolskie	85,2	9,4	12,5	16,3	164,0	3135,0	378,0	546,2
Zachodniopomorskie	68,7	6,0	6,7	11,0	326,0	4720,0	649,0	456,0

<sup>a</sup> mierniki objaśniono na s. 44, <sup>b</sup> stolica województwa jest równocześnie jedynym miastem na pracach powiatu w danym województwie.

Źródło: opracowanie własne na podstawie: [Transport. Wyniki działalności w 2000, 2005 i 2012 r., www.stat.gov.pl, Bank Danych Lokalnych 2014].

Tabela 5. Wartości cech określających poziom dostępności kolejowej województw w 2012 r.

Województwo	Mierniki <sup>a</sup>				
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$
Dolnośląskie	7,4	8,8	43,4	325,0	4400,0
Kujawsko-pomorskie	6,6	6,3	42,0	199,0	4442,0
Lubelskie	4,5	5,2	36,3	140,0	4989,0
Lubuskie	8,1	4,8	41,3	317,0	5602,0
Łódzkie	4,9	5,2	63,7	117,0	4218,0

cd. tabeli 5

Województwo	Mierniki <sup>a</sup>				
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$
Małopolskie	5,0	5,6	41,9	181,0	4410,0
Mazowieckie	3,9	8,5	59,2	0,0 <sup>b</sup>	3371,0
Opolskie	8,4	4,1	53,0	309,0	4857,0
Podkarpackie	5,3	5,1	22,7	365,0	7290,0
Podlaskie	4,5	3,5	15,3	161,0	5878,0
Pomorskie	6,0	6,1	29,8	305,0	5648,0
Śląskie	8,7	10,3	52,0	173,0	4304,0
Świętokrzyskie	5,9	3,6	51,7	206,0	5038,0
Warmińsko-mazurskie	6,6	6,1	24,3	199,0	5761,0
Wielkopolskie	6,4	10,2	56,0	157,0	3758,0
Zachodniopomorskie	6,3	6,2	33,6	319,0	6117,0

<sup>a</sup> mierniki objaśniono na s. 44, <sup>b</sup> czas przejazdu do Warszawy wynosi 0.

Źródło: opracowanie własne na podstawie: [Transport... 2001, 2006 i 2013, Bank Danych Lokalnych 2014 oraz <http://rozklad.sitkol.pl/bin/query.exe/pn?> (dostęp: 2013)].

W dalszej kolejności wyliczono wskaźniki syntetyczne dostępności transportowej dla transportu drogowego i kolejowego. Wartości wskaźnika syntetycznego uporządkowano od wartości największej do najmniejszej (najwyższa pozycja oznacza najwyższą wartość i najlepszą dostępność transportową). Wyniki porządkowania zawiera tabela 6.

Na bazie tych uporządkowanych wartości przeprowadzono podział województw na cztery grupy typologiczne, I – o bardzo dobrej dostępności transportowej, II – o dobrej dostępności, III – o średniej dostępności i IV – o niskiej dostępności transportowej. Granice przedziałów wyznaczono na podstawie obliczonych wartości średniej arytmetycznej i odchylenia standardowego miernika syntetycznego.

Zdecydowanie najlepszą dostępność drogową ma województwo mazowieckie, następnie łódzkie i wielkopolskie, zaliczane też do I klasy (rys. 4, tabela 6). W najtrudniejszej sytuacji pod względem dostępności drogowej są zaś województwa we wschodniej Polsce oraz województwo zachodniopomorskie. Województwa te charakteryzują się słabym wyposażeniem w infrastrukturę transportu i ze względu na peryferyjne położenie w skali kraju, czas dojazdu stamtąd do pozostałych miast wojewódzkich jest stosunkowo długi. Najniższe miejsca w tym rankingu odnotowały województwa zachodniopomorskie, podkarpackie, podlaskie i lubelskie.

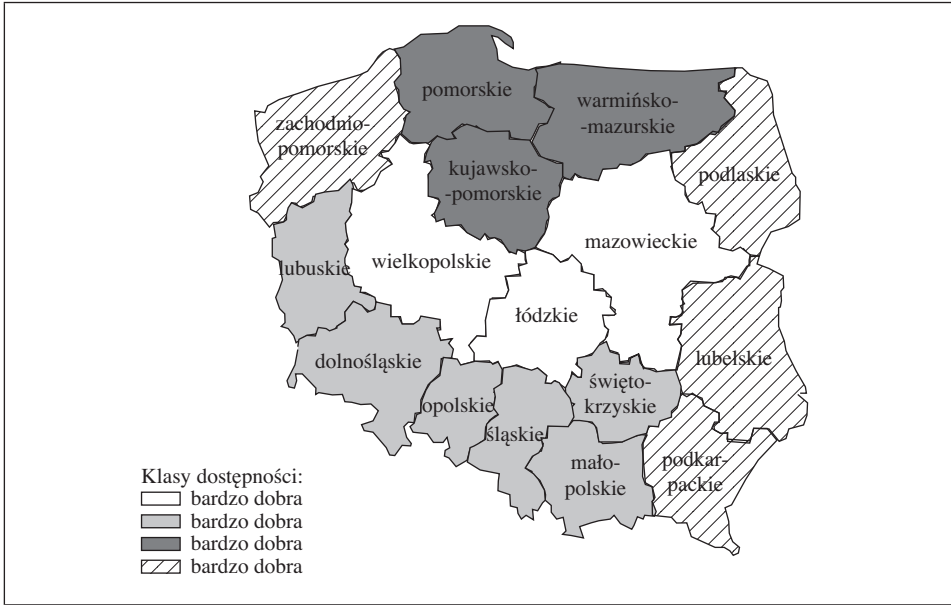
Tabela 6. Klasy dostępności transportowej województw w Polsce w 2012 r.

Dostępność drogowa			Dostępność kolejowa		
Województwo	wskaźnik syntetyczny	klasy w rankingu	Województwo	wskaźnik syntetyczny	klasy w rankingu
Mazowieckie	0,987	I	Śląskie	1,143	I
Łódzkie	0,838		Wielkopolskie	1,017	
Wielkopolskie	0,535		Mazowieckie	0,957	
Opolskie	0,308	II	Łódzkie	0,428	II
Świętokrzyskie	0,306		Dolnośląskie	0,346	
Śląskie	0,299		Kujawsko-pomorskie	0,229	
Małopolskie	0,133		Opolskie	0,119	
Dolnośląskie	0,027		Małopolskie	-0,027	
Lubuskie	0,026	III	Świętokrzyskie	-0,125	III
Kujawsko-pomorskie	-0,135		Lubuskie	-0,197	
Pomorskie	-0,199		Lubelskie	-0,253	
Warmińsko-mazurskie	-0,220	IV	Warmińsko-mazurskie	-0,319	IV
Lubelskie	-0,547		Pomorskie	-0,519	
Podlaskie	-0,607		Zachodniopomorskie	-0,543	
Podkarpackie	-0,838		Podlaskie	-0,952	
Zachodniopomorskie	-0,912		Podkarpackie	-1,304	

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych w tabelach 4 i 5.

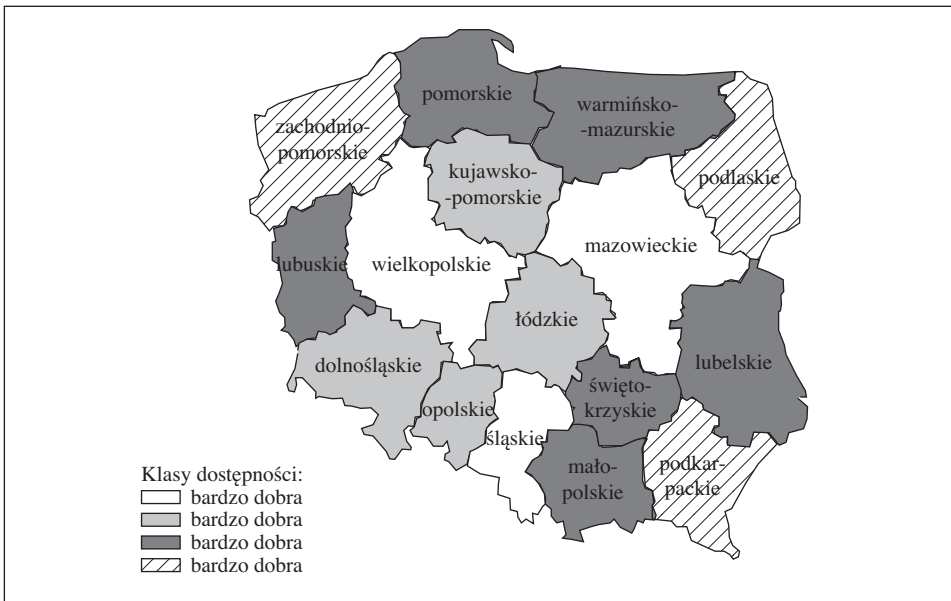
Wysoką dostępność kolejową mają województwa śląskie, wielkopolskie i mazowieckie, a najniższą województwa Polski północnej (zachodniopomorskie) i wschodniej (podlaskie i podkarpackie) – rys. 5, tabela 6).

Wynikiem słabo rozwiniętego systemu transportowego jest przede wszystkim niska dostępność przestrzenna wielu regionów. W Polsce bezpośrednie połączenia między ważnymi ośrodkami sieci osadniczej są słabo rozwinięte, a ponadto ich jakość jest niezadowalająca. Ograniczona dostępność komunikacyjna do niektórych obszarów kraju, szczególnie do miast wojewódzkich, pełniących ważne funkcje społeczno-gospodarcze oraz administracyjne, stanowi jedną z największych barier rozwojowych. Niska dostępność transportowa zmniejsza możliwości rozprzestrzeniania się procesów rozwojowych z ośrodków będących „biegunami wzrostu” do obszarów słabiej rozwijających się. Powoduje to trudności w niwelowaniu procesów marginalizacji i peryferyzacji obszarów kraju [*Koncepcja przestrzennego...*, 2011].



Rys. 4. Dostępność drogowa województw w 2012 r.

Źródło: opracowanie własne.



Rys. 5. Dostępność kolejowa województw w 2012 r.

Źródło: opracowanie własne.



## 4. Podsumowanie

Pomimo wzmożonego wysiłku inwestycyjnego w Polsce w dalszym ciągu brakuje spójnego i sprawnie funkcjonującego systemu transportowego zintegrowanego z systemem europejskim. Bez efektywnego i sprawnego transportu nie będzie możliwe przyspieszenie wzrostu gospodarczego kraju. Ze względu na cele rozwojowe Polski konieczne jest, aby transport stanowił istotny element przyczyniający się do wszechstronnego rozwoju kraju poprzez stworzenie funkcjonalnie zintegrowanej infrastruktury, wdrożenie nowych technologii transportowych i zapewnienie społeczeństwu wysokiej jakości usług na konkurencyjnym rynku transportowym.

Zaniedbania w infrastrukturze transportowej zarówno drogowej, jak i kolejowej spowodowały, że znaczna część obszarów naszego kraju charakteryzuje się niską dostępnością transportową. Obecnie największą dostępnością transportową drogową charakteryzują się województwa mazowieckie, wielkopolskie i łódzkie. Biorąc pod uwagę transport kolejowy najlepiej dostępne są województwa mazowieckie, wielkopolskie i śląskie. Z kolei obszarami o niedostatecznej dostępności transportowej zarówno drogowej, jak i kolejowej są województwa śląskie wschodnie i województwo zachodniopomorskie.

Infrastruktura transportu jest jednym z ważniejszych czynników stymulujących rozwój gospodarczy kraju. Zajmuje ona istotne miejsce wśród priorytetów, które odnoszą się do konkurencyjności i innowacyjności gospodarek, poprawy stanu infrastruktury technicznej oraz budowy spójności terytorialnych, jakie zostały wyznaczone w dokumentach strategicznych, m.in. w *Strategii rozwoju kraju na lata 2010–2020*.

## Literatura

- Bank Danych Lokalnych [2013], [www.stat.gov.pl](http://www.stat.gov.pl) (dostęp: 5.12.2013).
- Komornicki T. et al. [2010], *Dostępność przestrzenna jako przesłanka kształtowania polskiej polityki transportowej*, Biuletyn KPZK PAN, z. 241, Warszawa.
- Koncepcja przestrzennego zagospodarowania kraju 2030* [2010], Ministerstwo Rozwoju Regionalnego, Warszawa.
- Koźlak A. [2012], *Nowoczesny system transportowy jako czynnik rozwoju regionów w Polsce*, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk.
- Musiał-Malagó M. [2007], *Infrastruktura transportowa w Polsce*, „Zeszyty Naukowe Akademii Ekonomicznej w Krakowie”, nr 746.
- Musiał-Malagó M. [2013a], *Stan i kierunki rozwoju infrastruktury transportowej w Polsce*, „Zeszyty Naukowe Akademii Ekonomicznej w Krakowie”, nr 914.
- Musiał-Malagó [2013b], *The Diversity of Transport Accesibility in Polish Regions*, artykuł przedstawiony na międzynarodowej konferencji w Wenecji, „Trasporti, organizzazione

spaziale e sviluppo economico sostenibile”, <http://www.sietitalia.org/siet2013/venezia.htm>.

Opoczyński K. [2000], *Generalny pomiar ruchu 2000. Synteza wyników*, <http://www.gddkia.gov.pl> (dostęp: 4.05.2013).

Opoczyński K. [2005], *Generalny pomiar ruchu 2005. Synteza wyników*, <http://www.gddkia.gov.pl> (dostęp: 4.05.2013).

Opoczyński K. [2010], *Synteza wyników GPR 2010*, <http://www.gddkia.gov.pl> (dostęp: 4.05.2013).

*Raport o stanie technicznym nawierzchni asfaltowych i betonowych sieci dróg krajowych z lat 2000, 2005, 2012* [2001, 2006, 2012], Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad, Warszawa.

*Transport – wyniki działalności w 2000 r.* [2001], GUS, Warszawa.

*Transport – wyniki działalności w 2005 r.* [2006], GUS, Warszawa.

*Transport – wyniki działalności w 2012 r.* [2013], GUS, Warszawa.

## The Diversity of Transport Accessibility of Polish Voivodeships

The current level of transport infrastructure and its technical condition is a barrier to Poland's further economic growth and modernisation, and also to the country's full integration with the EU where transport policy is concerned. The underdevelopment of Poland's transport infrastructure reduces the spatial accessibility of many urban centres and regions on the regional, domestic and European scale.

My research on transport accessibility is based on taxonomic methods. The aim of this study was to identify the diversity of transport accessibility in Poland by voivodeship, using synthetic measures to rank each province. The study was based on statistical data for the end of 2012.

**Keywords:** transport infrastructure, spatial accessibility, transport accessibility, road network, rail network.

*Halina Stańdo-Górowska*

Katedra Rachunkowości

Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie

# Oczekiwania płacowe studentów a model kapitału ludzkiego

## Streszczenie

W opracowaniu poruszono problem wynagradzania absolwentów wyższych uczelni. W pierwszej części artykułu podjęto próbę oszacowania wynagrodzenia absolwentów na podstawie modelu kapitału ludzkiego prof. M. Dobbii, zwracając szczególną uwagę na znaczenie doświadczenia zawodowego. W tym celu obliczono wartości czynnika doświadczenia, kapitału doświadczenia, kapitału intelektualnego oraz kapitału ludzkiego osób z wykształceniem magisterskim w zależności od stażu pracy. Wartość kapitału ludzkiego była podstawą ustalenia godziwego wynagrodzenia. Następnie otrzymane wyniki porównano z wynikami badania ankietowego przeprowadzonego wśród studentów ostatniego roku studiów magisterskich odnośnie do ich oczekiwań płacowych w pierwszym roku pracy zawodowej.

**Słowa kluczowe:** kapitał ludzki, kapitał intelektualny, kapitał doświadczenia, wynagrodzenia absolwentów.

## 1. Wprowadzenie

W szybko rozwijającym się świecie coraz więcej młodych osób podejmuje studia wyższe w nadziei zdobycia zawodu, który zapewniłby im godziwe wynagrodzenie. Jednakże po zakończeniu studiów często rzeczywistość okazuje się inna niż sobie wyobrażali. Absolwenci uczelni wyższych podejmują różne prace nie zawsze zgodne z ich wykształceniem i oczekiwaniami płacowymi. Celem opracowania jest próba oszacowania wynagrodzenia należnego absolwentom szkół wyższych podejmujących pracę bezpośrednio po zakończeniu studiów na

podstawie modelu kapitału ludzkiego profesora M. Dobii [2002a, 2002b, 2010] oraz porównanie wysokości tego wynagrodzenia z oczekiwaniami płacowymi studentów uczelni ekonomicznej. Aby zrealizować tak sformułowany cel, zastosowana została metoda badań ankietowych.

## 2. Wynagrodzenie oparte na modelu kapitału ludzkiego

Wynagrodzenie, jakie powinien otrzymywać pracownik, związane jest z jego kapitałem ludzkim. Z kolei kapitał ludzki powstaje w wyniku poniesionych nakładów na przygotowanie człowieka do wykonywania pracy. Nakłady te obejmują koszty utrzymania, koszty edukacji oraz czynnik, który pojawia się już po podjęciu pracy zawodowej, czyli doświadczenie [Cieślak i Dobija 2007]. Kapitał ludzki zatem można przedstawić wzorem jako sumę trzech składowych [Dobija 2002b, s. 112]:

$$H(T) = (K + E) \cdot (1 + Q(T)),$$

gdzie:

- $H(T)$  – wartość kapitału ludzkiego,
- $E$  – skapitalizowane koszty edukacji,
- $K$  – skapitalizowane koszty utrzymania,
- $Q(T)$  – czynnik doświadczenia.

Z kolei czynnik doświadczenia wyraża się jako [Dobija 2002b, s. 112]:

$$Q(T) = 1 - T^{\frac{\ln(1-w)}{\ln 2}}$$

gdzie:

- $w$  – współczynnik uczenia,
- $T$  – lata pracy zawodowej,  $T > 0$ .

Wykorzystując powyższe zależności oraz przyjmując, że  $K + E = H = H(0)$ , można obliczyć wartość kapitału doświadczenia zawodowego  $D(T)$ :

$$D(T) = Q(T) \cdot H,$$

wartość kapitału ludzkiego  $H(T)$ :

$$H(T) = H + D(T)$$

oraz wartość kapitału intelektualnego  $I(T)$ :

$$I(T) = H(T) - K.$$

W tabeli 1 przedstawiono obliczone wartości czynnika doświadczenia, kapitału doświadczenia, kapitału intelektualnego oraz kapitału ludzkiego osób

z wykształceniem magisterskim w zależności od stażu pracy. Zamieszczono również informacje dotyczące zmiany wartości czynnika doświadczenia wraz z upływem czasu.

Tabela 1. Wartości kapitału doświadczenia, kapitału ludzkiego i kapitału intelektualnego w zależności od stażu pracy

Lata pracy zawodowej	Czynnik doświadczenia	Zmiana czynnika doświadczenia	Kapitał doświadczenia osób z wykształceniem magisterskim (zł)	Kapitał ludzki osób z wykształceniem magisterskim (zł)	Kapitał intelektualny osób z wykształceniem magisterskim (zł)
$T$	$Q(T)$	$\Delta Q(T)$	$D(T)$	$H(T)$	$I(T)$
0,08	-0,2971	-	-201047	475556	-174999
0,17	-0,2063	0,0908	-139612	536992	-113564
0,25	-0,1562	0,0501	-105688	570916	-79640
0,33	-0,1219	0,0343	-82477	594127	-56429
0,42	-0,0960	0,0259	-64948	611655	-38900
0,50	-0,0753	0,0207	-50927	625676	-24879
0,58	-0,0581	0,0172	-39280	637324	-13232
0,67	-0,0434	0,0147	-29341	647263	-3293
0,75	-0,0306	0,0128	-20689	655915	5359
0,83	-0,0193	0,0113	-13039	663564	13008
0,92	-0,0092	0,0101	-6192	670412	19856
1,00	0,0000	0,0092	0	676604	26048
1,50	0,0416	0,0416	28121	704725	54169
2,00	0,0700	0,0284	47362	723966	73410
2,50	0,0915	0,0215	61893	738496	87940
3,00	0,1087	0,0172	73515	750119	99563
3,50	0,1229	0,0143	83170	759774	109218
4,00	0,1351	0,0122	91409	768013	117457
4,50	0,1457	0,0106	98581	775185	124629
5,00	0,1551	0,0094	104922	781526	130970

Źródło: opracowanie własne.

Przed dokonaniem obliczeń w tabeli 1 oszacowano wartość  $H = H(0)$ . W tym celu przyjęto miesięczne koszty utrzymania na poziomie minimum socjalnego z grudnia 2011 r. podanego przez Instytut Pracy i Spraw Socjalnych (IPiSS) dla jednej osoby żyjącej w czteroosobowej rodzinie [Kurowski 2012]. Minimum to wynosi 812 zł miesięcznie, czyli 9744 zł rocznie. Koszty edukacji oszacowano na 4400 zł rocznie, czyli około 370 zł miesięcznie. Koszty utrzymania zostały poddane kapitalizacji przez okres 24 lat (do zakończenia studiów), natomiast

koszty edukacji przez pięć lat (czas trwania studiów). Dodatkowo do obliczeń przyjęto współczynnik uczenia się ( $w$ ) na poziomie 7% oraz stopę dyskontową ( $p$ ) przy średniej stopie ryzyka na poziomie równym stałej ekonomicznej 8% [Dobija 2002b, s. 113; *Kapitał ludzki...* 2011, s. 27]. W wyniku obliczeń ustalono, że:

$$K = 650\,556 \text{ zł},$$

$$E = 26\,048 \text{ zł},$$

zatem

$$H = K + E = 650\,556 \text{ zł} + 26\,048 \text{ zł} = 676\,604 \text{ zł}.$$

Tabela 2. Wynagrodzenie brutto absolwentów szkół wyższych ustalone na podstawie modelu kapitału ludzkiego

Lata pracy zawodowej	Kapitał ludzki osób z wykształceniem magisterskim (zł)	Wynagrodzenie roczne kapitału ludzkiego (zł)	Wynagrodzenie miesięczne brutto (zł)
$T$	$H(T)$	$Wr(T)$	$Wm(T)$
0,08	475556	38045	2626
0,17	536992	42959	2965
0,25	570916	45673	3152
0,33	594127	47530	3280
0,42	611655	48932	3377
0,50	625676	50054	3455
0,58	637324	50986	3519
0,67	647263	51781	3574
0,75	655915	52473	3622
0,83	663564	53085	3664
0,92	670412	53633	3702
1,00	676604	54128	3736
1,50	704725	56378	3891
2,00	723966	57917	3997
2,50	738496	59080	4078
3,00	750119	60009	4142
3,50	759774	60782	4195
4,00	768013	61441	4241
4,50	775185	62015	4280
5,00	781526	62522	4315

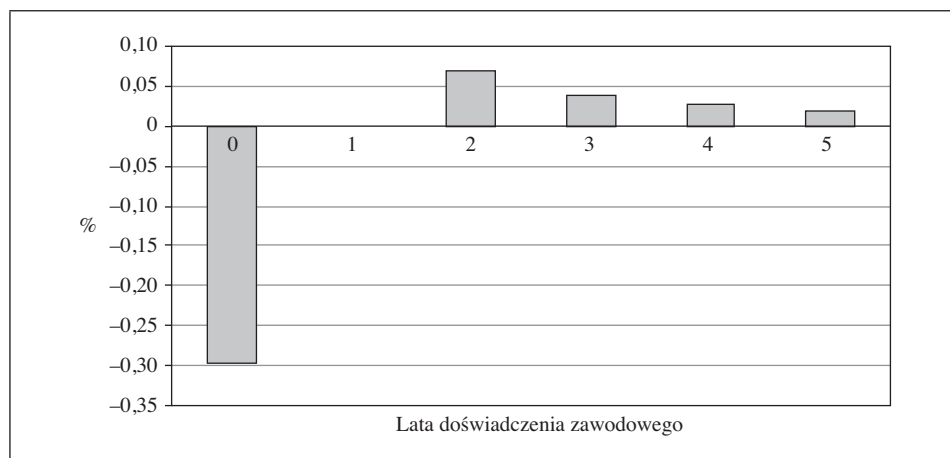
Źródło: opracowanie własne.

W tabeli 1 zawarto obliczenia dla pięcioletniego okresu pracy. Szczególną uwagę zwrócono na kształtowanie się poszczególnych wielkości w pierwszym roku

pracy zawodowej, rozpoczynając obliczenia dla  $T = 0,08$  roku, czyli dla jednego miesiąca. Z tego powodu pierwszy rok podzielono na 12 miesięcy, a kolejne lata na okresy półroczne. Z obliczeń wynika, że największe zmiany w wartości kapitału ludzkiego zachodzą w pierwszych latach (miesiącach) pracy zawodowej, kiedy to przyrost doświadczenia ( $\Delta Q(T)$ ) jest największy. Wraz z upływem czasu przyrost doświadczenia maleje. Ponadto kapitał doświadczenia w pierwszym roku pracy przyjmuje wartości ujemne, aby po roku osiągnąć wartość 0. Jest to spowodowane tym, że doświadczenie pracownika przyrasta dzięki pracodawcy. Początkujący pracownik jest nie tylko mniej wydajny, ale również często potrzebuje pomocy innych pracowników, którzy go uczą, zdarza się również, że proces uczenia związany jest z dodatkowymi stratami materialnymi u pracodawcy (np. niszczenie materiałów). Konsekwencją tego jest zmniejszenie wartości kapitału ludzkiego, który w pierwszych miesiącach pracy przyjmuje wartości mniejsze od  $H(0)$ , po roku pracy wynosi  $H(0)$ , a w latach późniejszych wzrasta powyżej  $H(0)$ .

Wartość kapitału ludzkiego jest podstawą ustalenia godziwego wynagrodzenia. W tabeli 2 zawarto wynagrodzenie brutto oszacowane w zależności od stażu pracy, a co się z tym wiąże od zgromadzonego przez absolwentów szkół wyższych kapitału ludzkiego.

Ustalając kwotę godziwego wynagrodzenia założono minimalny koszt kapitału dla pracodawcy na poziomie 8% oraz uwzględniono składki na ubezpieczenie społeczne płacone przez pracodawcę, które wynoszą 20,74% [Wysokość składek... 2012]. Normatywny wzrost wynagrodzeń w poszczególnych latach pracy przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Normatywny wzrost wynagrodzeń w zależności od posiadanego doświadczenia zawodowego

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 3. Wynagrodzenie brutto oczekiwane przez studentów po zakończeniu studiów

Doświadczenie zawodowe w latach	Oczekiwane wynagrodzenie brutto (zł)	Liczba studentów	Średnie oczekiwane wynagrodzenie brutto (zł)
0	1500	3	2539
	1600	4	
	1800	3	
	2000	11	
	2100	1	
	2200	3	
	2300	1	
	2400	3	
	2500	6	
	2800	2	
	3000	9	
	3200	3	
	3500	7	
	3800	2	
4000	1		
1	1800	1	2785
	2000	3	
	2200	2	
	2400	1	
	2500	5	
	2600	2	
	2800	5	
	3000	6	
	3200	3	
	3500	4	
	4000	1	
2	2500	2	2870
	2600	2	
	3000	5	
	3500	1	
4	2500	1	3067
	3200	1	
	3500	1	

Źródło: opracowanie własne.



Z obliczeń wynika, że wynagrodzenie absolwentów rozpoczynających pracę (obliczeń dokonano dla  $Q = 1$  miesiąc) powinno być obniżone o około 30% w stosunku do wynagrodzenia pracownika z rocznym stażem pracy, czyli o wartość współczynnika  $Q(T)$ , dla  $T = 0,08$ . Odpowiada to różnicy 1100 zł pomiędzy wynagrodzeniem otrzymywanym na początku kariery zawodowej a wynagrodzeniem w drugim roku pracy (por. tabele 1, 2, rys. 1). W kolejnych latach wzrost płacy nie powinien być już taki znaczny i powinien wynieść odpowiednio około 7% po roku drugim, około 4% po roku trzecim i powinien stopniowo maleć w latach następnych. Nabywanie doświadczenia w procesie pracy można zilustrować na gruncie koncepcji krzywej uczenia się [Kozioł 2010a, 2010b].

### 3. Oczekiwania płacowe studentów

Aby dokonać porównania wynagrodzeń ustalonych na podstawie modelu kapitału ludzkiego z kwotami wynagrodzeń, których oczekiwaliby studenci po zakończeniu studiów, przeprowadzono badania ankietowe wśród studentów ostatniego roku studiów dziennych magisterskich Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie. Badanie przeprowadzono w semestrze letnim roku akademickiego 2011/2012 i brało w nim udział 105 studentów. Ankieta zawierała pytania dotyczące wysokości wynagrodzenia brutto oczekiwanego przez absolwentów w pierwszym roku pracy bezpośrednio po zakończeniu studiów oraz dotychczasowego stażu pracy. Należy podkreślić, że znaczna część studentów podejmuje pracę jeszcze w czasie trwania studiów, zdobywając w ten sposób doświadczenie zawodowe. Analizując wyniki ankiet, uwzględniono zatem staż pracy, odpowiednio grupując ankietowanych. Wyniki badania zamieszczono w tabeli 3.

Wynagrodzenie, które studenci chcieliby otrzymywać po zakończeniu studiów, jest zróżnicowane. Zazwyczaj jednak studenci z dłuższym stażem pracy oczekują wyższego wynagrodzenia niż ci ze stażem krótszym. Średnie oczekiwane wynagrodzenie w pierwszym roku pracy wynosi 2539 zł i jest niższe od wynagrodzenia oczekiwanego przez studentów z rocznym stażem pracy o 8,83%. W kolejnym roku oczekiwane wynagrodzenie wzrasta już tylko o 3,1%.

### 4. Porównanie wyników przeprowadzonych badań

Dokonując porównania wysokości wynagrodzeń absolwentów szkół wyższych bez doświadczenia zawodowego wynikających z modelu kapitału ludzkiego oraz z badań ankietowych zawartych w tabelach 2 i 3, można zauważyć, że kwoty te są do siebie zbliżone. Różnica wynosi 87 zł, czyli około 3,4%. Natomiast średnie oczekiwane wynagrodzenia studentów z rocznym i dwuletnim stażem pracy

znacznie odbiegają od wynagrodzeń wynikających z modelu kapitału ludzkiego (są niższe odpowiednio o około 34% i 39%). Wnioskowanie odnośnie do kolejnych lat byłoby nieuzasadnione ze względu na zbyt małą liczbę ankietowanych osób ze stażem wyższym niż 2 lata.

Rozważając przyczyny różnic pomiędzy kwotami wynagrodzeń wynikającymi z modelu kapitału ludzkiego a wynagrodzeniami oczekiwanymi przez studentów, należy zwrócić uwagę na kilka ważnych kwestii. Pierwszą z nich jest fakt, że studenci biorą pod uwagę nie tylko swoje odczucia odnośnie do wysokości wynagrodzeń, które byłyby godziwe, ale również aktualną sytuację na rynku pracy, a co się z tym wiąże kwoty, które są skłonni zaoferować pracodawcy. W sytuacji kryzysu gospodarczego dla wielu osób satysfakcjonująca będzie płaca dużo niższa od płacy godziwej. Z badań prowadzonych przez firmę Sedlak & Sedlak [Hantz 2012] wynika, że wynagrodzenia oczekiwane przez absolwentów szkół wyższych zmalały w porównaniu z poprzednimi latami i zależą od takich czynników, jak: profil studiów, branża zatrudnienia, wielkość zatrudniającej firmy, miejscowość, w której podejmują pracę absolwenci oraz rodzaj ukończonych studiów (dienne czy zaoczne). Ponadto staż pracy deklarowany przez studentów w ankietach w większości przypadków nie jest tożsamy ze stażem pracowników zatrudnionych w firmie po zakończeniu studiów. Dzieje się tak dlatego, że większość studentów nie podejmuje pracy na pełny etat, aby móc pogodzić pracę ze studiami. Zatem zdobyte przez nich doświadczenie zawodowe w rzeczywistości jest mniejsze niż deklarowane w ankietach. Należy również zwrócić uwagę, że deklarowane przez studentów oczekiwane wynagrodzenie nie uwzględnia dodatkowych korzyści, które mogą uzyskać w wyniku zatrudnienia, takich jak: samochód służbowy, telefon komórkowy i podobnych.

## 5. Podsumowanie

Z analizy modelu kapitału ludzkiego wynika, że w pierwszych latach pracy wynagrodzenie absolwenta wyższej uczelni powinno być obniżone o przyrost doświadczenia, ponieważ to doświadczenie przyrasta dzięki przedsiębiorcy. Zatem w pierwszym roku pracy wynagrodzenie powinno być obniżone o około 30%. Wysokość wynagrodzenia oszacowanego na podstawie modelu kapitału ludzkiego dla pierwszego roku pracy nieznacznie różni się od wynagrodzenia oczekiwanego przez studentów. W kolejnych latach studenci oczekują nieznacznego wzrostu wynagrodzeń, podczas gdy płace obliczone na podstawie modelu kapitału ludzkiego rosną dużo szybciej wraz z nabywanym przez pracowników doświadczeniem. Nasuwa się więc wniosek, że studenci nie doceniają wagi zdobywanego podczas pracy doświadczenia.

## Literatura

- Cieślak I., Dobija M. [2007], *Teoretyczne podstawy rachunkowości kapitału ludzkiego*, „Zeszyty Naukowe Akademii Ekonomicznej w Krakowie”, nr 735, Kraków.
- Dobija M. [2002a], *Kapitał ludzki i intelektualny w aspekcie ekonomii i rachunkowości* [w:] *Ekonomia nie tylko dla wtajemniczonych*, red. M.G. Woźniak, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, Kraków.
- Dobija M. [2002b], *Zgodność płacy z wartością pracy jako zasada równowagi ekonomicznej*, *Nierówności Społeczne a Wzrost Gospodarczy*, Zeszyt nr 4, red. M.G. Woźniak, Wydawnictwo Uniwersytetu Rzeszowskiego, Rzeszów.
- Dobija M. [2010], *Ekonomia w świetle fundamentalnych praw kapitału* [w:] *Nauki ekonomiczne wobec wyzwań współczesnej gospodarki światowej*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, Kraków.
- Hantz T. [2012], *Wynagrodzenia absolwentów a ich oczekiwania płacowe*, <http://www.wynagrodzenia.pl/artukul.php/wpis.2495> (dostęp: 24.08.2012).
- Kapitał ludzki w perspektywie ekonomicznej* [2011], red. M. Dobija, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, Kraków.
- Kozioł W. [2010a], *Kształtowanie wynagrodzeń podstawowych nauczycieli akademickich na podstawie pomiaru kapitału ludzkiego i intelektualnego*, *Nierówności Społeczne a Wzrost Gospodarczy*, Zeszyt nr 16, *Spójność społeczno-ekonomiczna a modernizacja gospodarki*, red. M.G. Woźniak, Wydawnictwo Uniwersytetu Rzeszowskiego, Rzeszów.
- Kozioł W. [2010b], *Pomiar kapitału ludzkiego jako podstawa kształtowania relacji płac w organizacji*, niepublikowana praca doktorska, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie, Kraków.
- Kurowski P. [2012], *Informacja o wysokości minimum socjalnego w grudniu 2011 r.*, IPiSS, [http://www.ipiss.com.pl/www\\_ms\\_2011\\_12.pdf](http://www.ipiss.com.pl/www_ms_2011_12.pdf) (dostęp: 15.05.2012).
- Teoria pomiaru kapitału i zysku* [2010], red. M. Dobija, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, Kraków.
- Wysokość składek na ubezpieczenia społeczne, Fundusz Pracy i Fundusz Gwarantowanych Świadczeń Pracowniczych* [2012], <http://www.zus.pl/default.asp?id=35> (dostęp: 20.06.2012).

## Pay Expectations of Students and a Model of Human Capital

The paper examines the salaries of university graduates. The first part estimates their salaries based on Professor M. Dobija's model of human capital, paying particular attention to the importance of professional experience. For that purpose, the value of experience, experience capital, intellectual capital and the human capital of individuals with graduate education were calculated, depending on their seniority. The value of human capital was the basis for establishing a fair salary. The results were then compared with a survey carried out among students in the last year of their Master's studies concerning their pay expectations in the first year of professional work.

**Keywords:** human capital, intellectual capital, experience capital, salaries of university graduates.



*Iwona Kik*

Studia Doktoranckie Wydziału Ekonomii  
i Stosunków Międzynarodowych  
Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie

# Relacja między strukturą dochodów własnych a wybranymi wskaźnikami kondycji finansowej gmin w województwie łódzkim

## Streszczenie

W opracowaniu podjęto próbę weryfikacji istnienia związku pomiędzy strukturą dochodów własnych a wybranymi wskaźnikami kondycji finansowej gmin. Zamiarem autorki była odpowiedź na pytanie badawcze, czy występuje korelacja (jeśli tak, to jaka?) pomiędzy zróżnicowaniem struktury dochodów własnych gmin a kondycją finansową gminnych jednostek samorządu terytorialnego.

Badania przeprowadzono w gminach w województwa łódzkiego. Dane pochodzą z analiz wykonania budżetów jednostek samorządów terytorialnych województwa łódzkiego publikowanych przez Regionalną Izbę Obrachunkową w Łodzi. W celu wykluczenia przypadkowości wartości wskaźników analizą objęto okres trzech lat. Przyjęte wartości wskaźników stanowiły średnią arytmetyczną z lat: 2010, 2011 i 2012.

**Słowa kluczowe:** samorząd terytorialny, gmina, finanse lokalne, kondycja finansowa, dochody.

## 1. Wprowadzenie

W niniejszym opracowaniu podjęto próbę sprawdzenia istnienia związku pomiędzy strukturą dochodów własnych a wybranymi wskaźnikami kondycji

finansowej gmin. Zamiarem autorki była odpowiedź na pytanie badawcze, czy występuje korelacja (jeśli tak, to jaka?) pomiędzy zróżnicowaniem struktury dochodów własnych gmin a kondycją finansową gminnych jednostek samorządu terytorialnego, mierzoną za pomocą wybranych wskaźników.

Badaniem objęto gminy w województwie łódzkim. Dane liczbowe pochodzą z analiz wykonania budżetów jednostek samorządów terytorialnych województwa łódzkiego publikowanych przez Regionalną Izbę Obrachunkową w Łodzi. Z badań wyłączono gminę Kleszczów, w której dochód na mieszkańca wyniósł 4599 zł, czyli ponadczterokrotnie więcej niż średni dochód w całym województwie (1112 zł). W celu wykluczenia przypadkowości przyjęte do badania wartości wskaźników stanowiły średnią arytmetyczną z lat: 2010, 2011 i 2012.

## 2. Badanie zróżnicowania struktury dochodów własnych

Celem pierwszej części badania było określenie stopnia zróżnicowania struktury dochodów własnych gmin województwa łódzkiego. Dochody własne, oprócz subwencji ogólnej i dotacji celowych z budżetu państwa, stanowią podstawową kategorię dochodów gminy. Składają się na nie m.in.: wpływy z podatków, wpływy z opłat, dochody z majątku gminy, spadki, zapisy, darowizny, udziały we wpływach z podatku dochodowego od osób fizycznych i prawnych [Ustawa... 2003]. Aby ocenić stopień zróżnicowania struktury dochodów własnych, wykorzystano indeks Herfindhala-Hirschmana (HHI) będący miernikiem powszechnie stosowanym w badaniach koncentracji<sup>1</sup>. W sensie obliczeniowym indeks HHI stanowi sumę kwadratów udziałów poszczególnych podmiotów w łącznej wartości badanej cechy [Koncentracja produkcji... 1998, s. 14].

$$HHI = \sum_{i=1}^n u_i^2,$$

gdzie:

- $u_i$  – udział rynkowy  $i$ -tego źródła dochodu własnego gminy,
- $n$  – liczba źródeł dochodów własnych gminy.

Indeks HHI jest przede wszystkim stosowany do pomiaru stopnia skoncentrowania rynku i oceny poziomu konkurencji. Przyjmuje wartości z zakresu od  $1/n$  (duże rozproszenie, duże zróżnicowanie) do 1 (pełna koncentracja, małe zróżnicowanie, monopol). Na stopień zróżnicowania, mierzonego tym wskaźnikiem, największy wpływ mają podmioty o wysokich udziałach w łącznej wartości.

Przy obliczeniu wskaźnika HHI w badaniu zróżnicowania struktury dochodów własnych gmin uwzględniono dziewięć kategorii:

<sup>1</sup> Podobną metodę pomiaru dywersyfikacji dochodów zastosował W. Yan [2008].

- udział we wpływach z podatków państwowych PIT,
- udział we wpływach z podatków państwowych CIT,
- podatek od nieruchomości,
- podatek rolny,
- podatek od środków transportowych,
- podatek od spadków i darowizn,
- wpływy z opłaty skarbowej,
- podatek od czynności cywilnoprawnych,
- pozostałe dochody własne.

W tabeli 1 zestawiono informacje o gminach z najwyższymi i najniższymi wartościami indeksu HHI. Wyższe wartości wskaźnika HHI oznaczają większą koncentrację struktury dochodów własnych gmin, czyli jedno lub kilka źródeł dochodów własnych ma bardzo wysoki udział w tej strukturze dochodów. Natomiast im niższa wartość indeksu HHI, tym struktura dochodów jest bardziej równomierna, czyli udziały poszczególnych źródeł dochodów własnych gminy kształtują się na zbliżonym poziomie.

Tabela 1. Gminy o najwyższej i najniższej wartości indeksu Herfindhala-Hirschmana

Lp.	Gmina o najwyższych wartościach indeksu	Indeks HHI	Lp.	Gminy o najniższych wartościach indeksu	Indeks HHI
1	Rząśnia	0,534	1	Sadkowice	0,217
2	Kamieńsk	0,459	2	Góra św. Małgorzaty	0,220
3	Sulmierzyce	0,446	3	Kobiele Wielkie	0,223
4	Nowe Ostrowy	0,433	4	Biała Rawska	0,224
5	Mniszków	0,432	5	Kocierzów Południowy	0,226
6	Lipce Reymontowskie	0,410	6	Regnów	0,226
7	Kłonowa	0,410	7	Łęczycza	0,229
8	Strzelce Wielkie	0,401	8	Chąśno	0,232
9	Uniejów	0,400	9	Piątek	0,233
10	Nowosolna	0,396	10	Błaszki	0,234

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z Regionalnej Izby Obrachunkowej w Łodzi.

Po określeniu zróżnicowania struktury dochodów własnych gmin województwa łódzkiego kolejnym etapem była ocena ich kondycji finansowej.

### 3. Badanie kondycji finansowej gmin

Przez kondycję finansową gminy należy rozumieć jej stan finansowy w określonym przedziale czasowym. O stanie kondycji finansowej gminy świadczą takie

czynniki, jak zdolność do realizacji zadań, osiągnięcia równowagi budżetowej, pomnażania majątku. Ponieważ badanie kondycji finansowej jest zjawiskiem kompleksowym, precyzyjna ocena wymaga uwzględnienia wielu różnych aspektów dotyczących funkcjonowania i działalności gminy. W tym celu wykorzystuje się różnorodne wskaźniki, które charakteryzują kondycję finansową gminy. W badaniu zastosowano analizę taksonomiczną oraz skonstruowano zmienną syntetyczną, agregującą różne wskaźniki. Do wyboru indykatorów posłużono się opracowaniem Ministerstwa Finansów, zestawiającym wskaźniki do oceny sytuacji finansowej jednostek samorządu terytorialnego [*Wskaźniki do oceny...* 2012]. W zbiorze cech objętym badaniem znalazł się zestaw siedmiu wskaźników (tabela 2).

Przy wyborze cech diagnostycznych wykorzystano również współczynnik zmienności obliczany według formuły [Panek 2009, s. 19–20]:

$$V(x_j) = \frac{S(x_j)}{x_j},$$

gdzie:

$$j = 1, 2, \dots, p,$$

$S(x_j)$  – odchylenie standardowej  $j$ -tej zmiennej,

$x_j$  – średnia arytmetyczna wartości  $j$ -tej zmiennej.

Małe zróżnicowanie zmiennej wskazuje, że słabo dyskryminuje ona badane obiekty, czyli ma małą wartość informacyjną. Ze zbioru cech eliminuje się te zmienne, dla których wartość współczynnika zmienności jest nie większa od pewnie ustalonej małej wartości progowej  $\varepsilon$  ( $\varepsilon > 0$ ), przy czym zwykle przyjmowana jest wartość  $\varepsilon = 0,1$ . W przypadku wybranych wskaźników współczynnik zmienności w zależności od cechy wyniósł on od 0,36 do 0,67, dlatego żadna zmienna nie została wykluczona z dalszych procedur.

Po ustaleniu zbioru cech diagnostycznych należało ujednoczyć charakter zmiennych, czyli przekształcić destymulanty w stymulanty. W tym celu zmiennym będącym destymulantami zmieniono znak na przeciwny [Grabiński, Wydymus i Zeliaś 1989, s. 28–29]. Kolejnym krokiem było przeprowadzenie normalizacji, czyli doprowadzenie poszczególnych wskaźników cząstkowych do wzajemnej porównywalności. Wykorzystano metodę unitaryzacji i zastosowano następującą formułę:

$$q_{ij} = \frac{x_{ij} - \min_i x_{ij}}{\max_i x_{ij} - \min_i x_{ij}},$$

gdzie:

$$i = 1, 2, \dots, n,$$

$$j = 1, 2, \dots, p,$$

$\max_i x_{ij}$  – maksymalna wartość  $j$ -tej cechy w  $i$ -tym obiekcie (gminie),

$\min_i x_{ij}$  – minimalna wartość  $j$ -tej cechy w  $i$ -tym obiekcie (gminie).



Tabela 2. Wskaźniki do badania kondycji finansowej gmin

Wskaźnik	Rodzaj	Opis
X1– dochody własne na jednego mieszkańca (zł)	Stymulanta	Wskaźnik dochodów własnych na osobę jest miernikiem poziomu zamożności oraz aktywności jednostek samorządu terytorialnego.
X2 – udział dochodów własnych w dochodach ogółem (%)	Stymulanta	Dochody własne gminy obejmują wszelkie dochody gminy z wyjątkiem subwencji ogólnych i dotacji celowych. Dochody własne gminy traktuje się często jako wyznacznik zamożności gminy. Im wyższy udział dochodów własnych w dochodach ogółem, tym wyższy poziom samodzielności finansowej gminy. Wzrost wskaźnika oznacza zwiększenie możliwości finansowych gmin.
X3 – udział wydatków inwestycyjnych w wydatkach ogółem (%)	Stymulanta	Wydatki inwestycyjne (majątkowe) stanowią podstawowy czynnik rozwoju lokalnego. Wskaźnik informuje, jaką część wydatków ogółem stanowią wydatki majątkowe.
X4 – udział nadwyżki operacyjnej w dochodach ogółem	Stymulanta	Wskaźnik określa stopień, w jakim gmina mogłaby zaciągnąć nowe zobowiązania w stosunku do osiągniętych dochodów. Im wyższa jest wartość wskaźnika, tym większe są możliwości inwestycyjne lub możliwości zwiększenia wydatków bieżących.
X5 – udział zobowiązań ogółem w dochodach ogółem	Destymulanta	Wskaźnik obrazuje poziom zadłużenia, czyli udział zobowiązań ogółem gminy w dochodach ogółem. Łączna kwota długu jednostki samorządu terytorialnego na koniec roku budżetowego nie może przekroczyć 60% wykonanych dochodów ogółem tej jednostki.
X6– zobowiązania ogółem na jednego mieszkańca (zł)	Destymulanta	Wskaźnik zobowiązań na osobę stanowi miarę polityki kredytowej gminy. Wysoka wartość zobowiązań ogranicza zdolności inwestycyjne gminy.
X7– obciążenie dochodów własnych obsługą zadłużenia	Destymulanta	Wskaźnik obrazuje obciążenie dochodów własnych obsługą zadłużenia (odsetki od zaciągniętych kredytów i pożyczek oraz spłata rat kapitałowych od zaciągniętych kredytów). Im większa jest wartość tej relacji, tym większe jest ryzyko wystąpienia niewypłacalności gminy.

Źródło: opracowanie własne na podstawie: [Wskaźniki do oceny... 2012].

Po znormalizowaniu cech należało zagregować otrzymane dane przez obliczenie zmiennej syntetycznej. Zastępuje ona opis obiektów za pomocą wielu cech, dzięki czemu ich klasyfikacja sprowadza się do podziału zbioru na klasy tylko według jednej cechy. Do konstrukcji miernika syntetycznego wykorzystano metodę bezwzorcową, w której zmienna syntetyczna to średnia arytmetyczna znormalizowanych cech [Statystyczne metody... 1998, s. 119].

$$\bar{q}_i = \frac{1}{p} \sum_{j=1}^p q_{ij},$$

gdzie:

$$i = 1, 2, \dots, n,$$

$$j = 1, 2, \dots, p.$$

Obliczenie średniej arytmetycznej i odchylenia standardowego z wartości syntetycznego miernika umożliwiło podział badanych gmin na cztery grupy typologiczne, z których każda przedstawia inny poziom kondycji finansowej [*Metody ilościowe...* 1997, s. 62–63]:

– grupa I (ocena bardzo wysoka):  $q_i \geq \bar{q} + s_q$ ,

– grupa II (ocena wysoka):  $\bar{q} + s > q_i \geq \bar{q}$ ,

– grupa III (ocena średnia):  $\bar{q} > q_i \geq \bar{q} - s_q$ ,

– grupa IV (ocena niska):  $q_i < \bar{q} - s_q$ ,

gdzie:

$\bar{q}$  – średnia arytmetyczna wartości miernika syntetycznego,

$s_q$  – odchylenie standardowe wartości miernika syntetycznego.

Podział gmin na grupy o bardzo wysokiej, wysokiej, średniej i niskiej ocenie kondycji finansowej został zaprezentowany w tabeli 3.

Tabela 3. Klasyfikacja gmin województwa łódzkiego według oceny kondycji finansowej

Grupa	Nazwa gminy
Gminy o bardzo wysokiej ocenie kondycji finansowej	Szczerców (2), Pabianice (2), Rzgów (3), Buczek (2), Kamieńsk (3), Bełchatów (2), Sulmierzyce (2), Kluki (2), Stryków (3), Rząśnia (2), Grabica (2), Nowosolna (2), Ładzice (2), Ksawerów (2), Nieborów (2), Łyszkowice (2), Wola Krzysztoporska (2), Gorzkowice (2), Wieluń (3), Koluszki (3), Ozorków (2), Krzyżanów (2), Bedlno (2), Lubochnia (2)
Gminy o wysokiej ocenie kondycji finansowej	Kutno (1), Rawa Mazowiecka (1), Bolimów (2), Łowicz (1), Nowe Ostrowy (2), Łowicz (2), Andrespol (2), Kiernozia (2), Klonowa (2), Czarnocin (2), Radomsko (1), Strzelce (2), Kutno (2), Wieruszów (3), Łęki Szlacheckie (2), Zduny (2), Ujazd (2), Sieradz (2), Sieradz (1), Lutomiersk (2), Inowódz (2), Pabianice (1), Maków (2), Rokiciny (2), Domanowice (2), Drzewica (3), Aleksandrów Łódzki (3), Nowy Kawęczyn (2), Paradyż (2), Dobryszce (2), Dobroń (2), Bełchatów (1), Zduńska Wola (1), Łęczycza (2), Kowiesy (2), Jeźów (2), Radomsko (2), Kobbiele Wielkie (2), Tomaszów Mazowiecki (2), Tuszyn (3), Brójce (2), Chaśno (2), Brzeziny (2), Konstantynów Łódzki (1), Żychlin (3), Krośniewice (3), Łanięta (2), Masłowice (2), Dalików (2), Działoszyń (3), Rawa Mazowiecka (2), Sławno (2), Moszczenica (2), Głuchów (2), Wodzierady (2), Wierzchlas (2), Głowno (1), Siemkowice (2), Wolbórz (3), Grabów (2), Zgierz (1), Rusiec (2), Zduńska Wola (2),

cd tabeli 3

Grupa	Nazwa gminy
Gminy o średniej ocenie kondycji finansowej	Ozorków (1), Zgierz (2), Wartkowiec (2), Rogów (2), Kiełczygłów (2), Szadek (3), Witonia (2), Łęczyca (1), Nowa Brzeźnica (2), Goszczanów (2), Brzeziny (1), Łask (3), Gidle (2), Lgota Wielka (2), Skierniewice (2), Poddębice (3), Dłutów (2), Głowno (2), Sędziejowice (2), Kocierzew Południowy (2), Dmosin (2), Godzianów (2), Sulejów (3), Budziszewice (2), Zapolice (2), Burzemin (2), Kodrąb (2), Brąszewice (2), Bielawy (2), Wróblew (2), Brzeźno (2), Biała Rawska (3), Czerniewice (2), Tomaszów Mazowiecki (1), Warta (3), Uniejów (3), Pajęczno (3), Mniszków (2), Żarnów (2), Ręczno (2), Białaczów (2), Piątek (2), Bolesławiec (2), Strzelce Wielkie (2), Aleksandrów (2), Czarnożyły (2), Opoczno (3), Łubnice (2), Osjaków (2), Ostrówek (2), Daszyna (2), Drużbice (2), Konopnica (2), Góra Św. Małgorzaty (2), Cielądz (2), Żelów (3), Gomunice (2), Przedbórz (3), Rzeczyca (2), Rozprza (2),
Gminy o niskiej ocenie kondycji finansowej	Czastary (2), Oporów (2), Biała (2), Dąbrowice (2), Lipce Reymontowskie (2), Parzęczew (2), Sokolniki (2), Galewice (2), Widawa (2), Pęczniew (2), Zelechlinek (2), Poświętne (2), Błaszki (3), Wielgomłyny (2), Będków (2), Lututów (2), Skomlin (2), Regnów (2), Zadzim (2), Mokrusko (2), Sadkowiec (2), Żytno (2), Świnice Warckie (2), Złoczew (3), Słupia (2), Pątnów (2)

Oznaczenie: (1) – gmina miejska, (2) – gmina wiejska, (3) – gmina miejsko-wiejska.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z Regionalnej Izby Obrachunkowej w Łodzi.

Pod względem poziomu kondycji finansowej gminy województwa łódzkiego charakteryzują się bardzo wysokim zróżnicowaniem. Najliczniejszą grupę stanowią gminy o wysokiej ocenie (63 gminy) oraz o średniej ocenie (60 gmin) kondycji finansowej. Najwyższa wartość wskaźnika syntetycznego wyniosła 0,9 (Szczerców), natomiast najniższa 0,165 (Pątnów). Wartości charakterystyk zestawiono w tabeli 4.

Tabela 4. Charakterystyki rozkładu wartości syntetycznego miernika kondycji finansowej gmin

Charakterystyka	Miernik syntetyczny
Minimum	0,165
Maksimum	0,900
Średnia	0,451
Mediana	0,452
Odchylenie standardowe	0,112
Współczynnik zmienności	0,247

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z Regionalnej Izby Obrachunkowej w Łodzi.

W tabeli 5 zestawiono średnie wartości miernika syntetycznego w poszczególnych powiatach województwa łódzkiego. Z danych wynika, że w najlepszej kondycji finansowej są gminy w powiecie łódzkim wschodnim, bełchatowskim oraz pabianickim (wskaźnik powyżej 0,54), natomiast w najgorszej – gminy w powiecie wierszowskim, rawskim, poddębickim i łączyckim (wskaźnik poniżej 0,4). Sytuacja ta wynika przede wszystkim z lokalizacji: powiaty z wyższą wartością wskaźnika korzystają z efektów oddziaływania dużych miast.

Tabela 5. Średni wskaźnik syntetyczny w powiatach województwa łódzkiego

Powiat	Średni wskaźnik	Powiat	Średni wskaźnik
Łódzki wschodni	0,571	Radomszczański	0,451
Bełchatowski	0,555	Zduńskowolski	0,450
Pabianicki	0,545	Tomaszowski	0,431
Łowicki	0,512	Skierniewicki	0,430
Kutnowski	0,489	Sieradzki	0,415
Pajęczański	0,480	Opoczyński	0,411
Piotrkowski	0,478	Łęczycki	0,396
Zgierski	0,475	Poddębicki	0,387
Łaski	0,473	Rawski	0,384
Brzeziński	0,454	Wierszowski	0,362

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z Regionalnej Izby Obrachunkowej w Łodzi.

Czynnikiem wpływającym na kondycję finansową jest również typ gminy. W gminach miejskich średni wskaźnik syntetyczny był najwyższy i kształtował się na poziomie 0,488, w miejsko-wiejskich wyniósł 0,464, natomiast w wiejskich był najniższy – 0,445.

#### 4. Relacja między zróżnicowaniem struktury dochodów własnych a kondycją finansową gmin

Celem trzeciej części badania było określenie relacji między zróżnicowaniem struktury dochodów własnych a kondycją finansową gmin województwa łódzkiego. Aby określić związek pomiędzy tymi zjawiskami, zastosowano współczynnik korelacji Pearsona. Mierzy on siłę związku prostopadłościowego między dwiema cechami mierzalnymi [*Statystyczne metody...* 1998, s. 52]:

$$r_{x,y} = \frac{C(X,Y)}{s(x)s(y)},$$

gdzie:

$$C(X, Y) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}); i = 1, 2, \dots, n,$$

$\bar{x}$ ,  $\bar{y}$  – średnia arytmetyczna odpowiednich zmiennych,

$s(x)$ ,  $s(y)$  – odchylenia standardowe odpowiednich zmiennych.

Wartość współczynnika korelacji Pearsona przyjmuje wartości z przedziału  $[-1, 1]$ . Im wyższa wartość bezwzględna współczynnika, tym silniejsza zachodzi korelacja pomiędzy zmiennymi. Wartość  $r = 0$  oznacza brak korelacji. W badaniu relacji między zróżnicowaniem struktury dochodów własnych gmin a ich kondycją finansową obliczono współczynnik korelacji Pearsona dla dwóch zmiennych: pierwsza to indeks HHI obliczony dla struktury dochodów własnych, zaś druga – miernik syntetyczny kondycji finansowej.

Obliczona wartość wskaźnika korelacji wyniosła  $r = 0,32$ . Oznacza to, że pomiędzy indeksem HHI a miernikiem syntetycznym kondycji finansowej zachodzi słaba korelacja dodatnia. Ponadto badanie istotności współczynnika korelacji na poziomie istotności  $\alpha = 0,05$  wykazało, że korelacja pomiędzy zmiennymi jest istotna statystycznie.

Ponieważ wyższa wartość indeksu HHI oznacza mniejsze zróżnicowanie dochodów (większa koncentracja), zaś wyższa wartość miernika syntetycznego – lepszą kondycję finansową, czyli można przyjąć interpretację, że małe zróżnicowanie struktury dochodów własnych skorelowane jest dodatnio z lepszą kondycją finansową gmin, przy czym stopień korelacji jest słaby.

## 5. Podsumowanie

W badaniu relacji pomiędzy strukturą dochodów własnych gmin a ich kondycją finansową wykorzystano m.in. analizę taksonomiczną, indeks Herfindhala-Hirschmana oraz współczynnik korelacji Pearsona, co pozwoliło wykazać duże zróżnicowanie gmin województwa łódzkiego zarówno pod względem kondycji finansowej, jak i struktury dochodów własnych. Zgodnie z wynikami dokonanej analizy pomiędzy strukturą dochodów własnych gmin a ich kondycją finansową występuje słaba korelacja, która jest istotna statystycznie (na poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ ). Oznacza to, że większa koncentracja struktury dochodów własnych wiąże się z lepszą kondycją finansową gmin. Rezultat badania oznacza, że gminy mające jedno lub kilka źródeł o dużym udziale w strukturze dochodów własnych są zazwyczaj w lepszej kondycji finansowej niż gminy, których udział poszczególnych źródeł dochodów jest wyrównany.

Analizę dotyczącą dywersyfikacji przeprowadzono na dochodach własnych gmin województwa łódzkiego. Zaprezentowane badanie można rozszerzyć na

wszystkie źródła finansowania działalności gminy (nie tylko dochody własne), a także przeprowadzić przy uwzględnieniu dodatkowych czynników, takich jak: typ gminy lub poziom rozwoju gminy.

## Literatura

- Analiza wykonania budżetów JST woj. łódzkiego za IV kw. 2010 r.* [2011], Regionalna Izba Obrachunkowa w Łodzi, [http://lodz.rio.gov.pl/modules/Uploader/upload/wyk2010\\_4.xls](http://lodz.rio.gov.pl/modules/Uploader/upload/wyk2010_4.xls).
- Analiza wykonania budżetów JST woj. łódzkiego za IV kw. 2011 r.* [2012], Regionalna Izba Obrachunkowa w Łodzi, [http://lodz.rio.gov.pl/modules/Uploader/upload/wyk2011\\_4.xls](http://lodz.rio.gov.pl/modules/Uploader/upload/wyk2011_4.xls).
- Analiza wykonania budżetów JST woj. łódzkiego za IV kw. 2012 r.* [2013], Regionalna Izba Obrachunkowa w Łodzi, [http://lodz.rio.gov.pl/modules/Uploader/upload/wyk2012\\_4.xls](http://lodz.rio.gov.pl/modules/Uploader/upload/wyk2012_4.xls).
- Grabiński T., Wydymus S., Zeliaś A. [1989], *Metody taksonomii numerycznej w modelowaniu zjawisk społeczno-ekonomicznych*, PWN, Warszawa.
- Koncentracja produkcji i zachowania rynkowe przedsiębiorstw* [1998], red. A. Sosnowska, SGH, Warszawa.
- Metody ilościowe w analizie finansowej* [1997], red. E. Nowak, Wydawnictwo Uniwersytetu Marie Curie-Skłodowskiej, Lublin.
- Panek T. [2009], *Statystyczne metody wielowymiarowej analizy porównawczej*, SGH, Warszawa.
- Statystyczne metody analizy danych* [1998], red. E. Ostasiewicz, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego we Wrocławiu, Wrocław.
- Ustawa [2003] z dnia 13 listopada 2003 r. o dochodach jednostek samorządu terytorialnego, Dz.U. z 2003 r., nr 2003, poz. 1966, z późn. zm.
- Wskaźniki do oceny sytuacji finansowej jednostek samorządu terytorialnego w latach 2009–2011* [2012], Ministerstwo Finansów, Warszawa.
- Yan W. [2008], *The Impact of Revenue Diversification and Economic Base on Revenue Stability: an Empirical Analysis of County and State Governments*, University of Kentucky Doctoral Dissertations, nr 619, University of Kentucky, Lexington.

## **The Relationship between the Structure of Own-source Revenues and Selected Indicators of the Financial Condition of Municipalities in the Łódzkie Voivodeship**

In this study I attempt to verify the connection between the structure of own-source revenues and the financial condition of municipalities measured by selected indicators. The purpose was to determine whether there exists a correlation between a diversified structure of municipalities' own-source revenues and financial condition. The research was conducted in municipalities in the Łódzkie Voivodeship. The figures were derived from analyses of local governments' realisation of budgets in the voivodeship and published by the Regional Accounting Chamber in Łódź. To eliminate the randomness of indicator values, the research covered a period of three years. All indicators used in this study were a mean calculated based on data from three years: 2010, 2011, 2012.

**Keywords:** local government, municipality, local finance, financial condition, revenues.

Joanna Wyrobek

Katedra Finansów Przedsiębiorstw  
Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie

# Wpływ zjawisk window dressing i kreatywnej księgowości na obraz sprawozdania finansowego przedsiębiorstwa

## Streszczenie

Celem artykułu było przedstawienie popularnych w 2013 r. technik poprawiania wizerunku przedsiębiorstwa w sprawozdaniu finansowym jednostki. Publikacja została oparta na wywiadach z przedsiębiorcami oraz analizie literatury z zakresu finansów, uzupełniono ją o analizę wybranych zmian w ustawodawstwie polskim mających na celu przeciwdziałanie wybranym praktykom.

**Słowa kluczowe:** kreatywna księgowość, sprawozdawczość finansowa, rachunkowość, *window dressing*, analiza finansowa, przestępczość finansowa.

## 1. Formy upiększania wizerunku przedsiębiorstwa

Zgodnie z ustawą o rachunkowości i normą numer 1 Krajowej Rady Biegłych Rewidentów sprawozdanie finansowe ma przedstawiać rzetelnie i jasno sytuację majątkową, finansową oraz wynik finansowy podmiotu gospodarczego. W rzeczywistości jednak sprawozdanie finansowe często podlega manipulacji. Wśród manipulacji wyróżnić można dozwolone techniki finansowe, rozliczania kosztów w czasie, renegocjowanie umów itd. Zaliczane są one do praktyki gospodarczej i nie mają swojej nazwy. Inne transakcje mają zwykle charakter jednoraz-

zowy i są wykonywane przed końcem roku obrotowego. Nie łamią one zwykle zasad rachunkowości, a ich celem jest pewne upiększenie wizerunku jednostki. Techniki te nazywa się *window dressingiem*.

Druga grupa technik to techniki nazywane kreatywną rachunkowością. Są to działania pozornie zgodne z zasadami i regulacjami rachunkowości, ale w rzeczywistości są z nimi sprzeczne, gdyż odbiegają od intencji, jakie te regulacje miały realizować. Techniki kreatywnej rachunkowości często wykorzystują także luki w prawie.

Oprócz *window dressingu* i kreatywnej rachunkowości kreowanie określonego obrazu przedsiębiorstwa może wykorzystywać techniki całkowicie nielegalne, łamiące zasady, reguły i intencje rachunkowości, jak i prawo wiążące się z przestępczością gospodarczą.

Celem niniejszej pracy jest opisanie technik (należących do powyższych grup) znanych w polskiej literaturze (a zatem potencjalnie stosowanych przez polskie przedsiębiorstwa), a także empiryczne (poprzez badania ankietowe) sprawdzenie popularności wybranych metod. W szczególności podjęto próbę zbadania, jak często dochodzi do modyfikowania obrazu sytuacji finansowej przedsiębiorstwa (poprzez zmiany wybranych elementów sprawozdania finansowego) oraz które techniki są najpopularniejsze.

## **2. Korzyści z „upiększania” sprawozdania finansowego**

Firmy chcą się korzystniej przedstawiać z wielu powodów. Między innymi pozytywny obraz jednostki zniechęca do składania wniosku o upadłość wierzycieli jednostki (nawet jeżeli posiadają niezapłacone na czas faktury), banki nie mają podstawy do rozwiązania umowy kredytowej, klienci nie obawiają się niewywiązania się podmiotu z umów, a udziałowcy nie będą się szerzej interesowali decyzjami zarządu i nie będą ingerowali w działania zarządu. W przypadku spółek giełdowych, korzystny obraz sprawozdania finansowego będzie skłaniał rynek do wysokiej wyceny jednostki i nie dojdzie do spadku kursu akcji, który niekorzystny byłby tak dla zarządu, udziałowców, jak i posiadaczy akcji. Brak negatywnych sygnałów w sprawozdaniu finansowym działa uspokajająco także na dostawców.

W przypadku spółek zależnych słabe wyniki finansowe są podstawą do pozytywnej oceny pracowników dokonywanej w ramach systemu controllingu i przyznawania im ewentualnych premii. Z kolei w przypadku przedsiębiorstw wystawionych na sprzedaż chodzi o podniesienie ich wartości i ceny sprzedaży.



### 3. Popularne techniki „upiększania” sprawozdań finansowych

Legalnych i nielegalnych technik manipulowania obrazem jednostki jest bardzo wiele, przy czym niekiedy trudno zdecydować, gdzie kończą się techniki upiększania, a zaczyna oszukiwanie i wykorzystywanie osób trzecich (pracowników, dostawców, klientów, władz podatkowych) w celu zdobycia korzyści dla przedsiębiorstwa, zarządu, właściciela. W publikacji opisano techniki nastawione bezpośrednio na „upiększenie” sprawozdania finansowego w odróżnieniu od technik wyprowadzania pieniędzy z jednostki lub uchylecia się i unikania opodatkowania.

#### *Jednorazowe techniki mające poprawić wskaźniki finansowe, typowy window dressing*

Na koniec roku, przed zamknięciem ksiąg rachunkowych dość często pojawia się konieczność poprawy płynności jednostki, aby obliczone na podstawie bilansu wskaźniki płynności były odpowiednio wysokie. Po odpowiedniej decyzji zarządu i renegocjowaniu umów z partnerami jednostka może w tym celu przeklasyfikować część należności i inwestycji krótkoterminowych na krótkookresowe, a część zobowiązań krótkookresowych (część kredytu zaplanowana do spłaty w ciągu najbliższego roku) na długookresowe, co podniesie wskaźniki płynności. Inną możliwość daje zaciągnięcie długookresowej pożyczki.

W przypadku, gdy na majątku obrotowym lub trwałym ustanowione są zabezpieczenia, firma może nie podejmować dużych starań, aby ten fakt wyraźnie akcentować. To z kolei powoduje, że wskaźniki płynności będą obliczane z uwzględnieniem tych elementów, pomimo ich niskiej rzeczywistej płynności (nie można upłynnić zabezpieczenia kredytu).

W przypadku jednostek stosujących MSR jednostka może mało precyzyjnie prezentować elementy sprawozdania (na przykład pozycję rachunku zysków i strat: inne całkowite dochody i jej składowe) oraz stosować nieprecyzyjne i zróżnicowane nazwy różnych elementów sprawozdania [Szycha 2012, s. 82], co skutecznie utrudni interpretację sprawozdań i porównywalność danych wobec konkurencji (płynności, rentowności).

#### *Podnoszenie przychodów ze sprzedaży i wielkości obrotu*

Inną techniką poprawy wyglądu sprawozdania finansowego może być uznanie większego niż być powinno stopnia realizacji umów, co zwiększy przychody ze sprzedaży [Hołda 2006, Gut 2006, s. 96]. Inną opcją podniesienia przychodów ze sprzedaży jest wykorzystanie względnej subiektywności klasyfikacji, co zalicza się do podstawowej działalności jednostki, a co do pozostałych przychodów operacyjnych [Wąsowski 2010a]. Prosta i legalną techniką podnoszenia sprzedaży jest także sprzedaż bezzyskowa na przykład jabłek lub pomarańczy [Jones 2011].

Wzrost obrotu jednostka może także uzyskać w efekcie wykupu innej jednostki, w tym również wykupu lewarowanego [Fridson i Alvarez 2011]). Może się także zdarzyć, że do przychodów ze sprzedaży zaliczone zostaną pożyczki (traktowane jako przedpłaty) lub dotacje [Jones 2011].

Przedsiębiorstwa mogą także wymieniać się produktami (np. swap częstotliwości) i działania te klasyfikować jako sprzedaż, szczególnie w przypadku produktów niechodliwych. Jeżeli zaś taka sprzedaż nie ogranicza się do dwóch firm tylko do wielu (co utrudnia kontroli skarbowej i podatkowej wykrycie), gdzie pojawia się firma słupek (założona na bezdomnego), która ma upaść po zawarciu transakcji i całość jest nakierowana na wyłudzenie zwrotu podatku VAT, to taki proceder nazywa się przestępstwem karuzelowym<sup>1</sup>.

Kiedy te techniki są niewystarczające, zarządowi pozostaje m.in. leasing zwrotny, czyli sprzedaż majątku niezbędnego do funkcjonowania jednostki i wyleasingowanie go od kupca. Sprzedaż może dotyczyć środków trwałych, budynku, gruntu, działki.

#### *Obniżanie kosztów*

Jeżeli firma zdecyduje się obniżyć koszty, to ma do dyspozycji cały arsenał technik. Należą do nich: rozwiązanie rezerw, obniżenie podatku dochodowego (przez tzw. optymalizację podatkową, czyli wykorzystanie luk w systemie prawa), kapitalizację kosztów (na przykład stwierdzenie, że remont nie został zakończony, wliczanie odsetek w koszt realizowanych inwestycji, jeżeli kredyt finansuje tę inwestycję, kapitalizowanie kosztów rozwoju oprogramowania, kapitalizowanie niezbyt zachęcających prac badawczych i rozwojowych, kapitalizowanie jako koszty rozwijania potencjału firmy wynagrodzeń techników utrzymujących w sprawności systemy informatyczne czy komunikacyjne [Jones 2011], kapitalizowanie jako kosztów przygotowania nowych projektów kosztów utrzymania majątku, który firma chce wyleasingować (ale na razie nie znalazła chętnych), zwiększenie wartości końcowego stanu zapasów (co zmniejsza koszt sprzedanych wyrobów, a to poprzez zmianę metody kalkulacji kosztu wytworzenia i wyceny zapasów), wydłużenie życia aktywów (spowolnienie amortyzacji albo wycena w dół odnoszona na kapitał podstawowy, a nie na wynik finansowy) [Kutera 2008, s. 136]. W końcu też firma nie będzie aktualizowała w dół wartości nieudanych inwestycji, nieudanych prac badawczych, starych zapasów itd. [Wąsowski 2010b, s. 87].

Jednostka może także starać się w pełni wykorzystać możliwość odniesienia niektórych ze strat bezpośrednio na kapitał własny, z pominięciem rachunku

---

<sup>1</sup> Przeszłość karuzelowa na prętach stalowych w Polsce stały się tak powszechne, że w 2013 r. rząd podjął próbę ukrócenia tego typu przestępstw, stosując tzw. odwrotne obciążenie, czyli obciążając nabywcę obowiązkiem odprowadzenia podatku VAT.

zysków i strat (skutki przeszacowania (aktualizacji wyceny) wartości środków trwałych i inwestycji długoterminowych, koszty z tytułu organizacji i rozszerzenia skali działania spółki akcyjnej, wpływ zmian rachunkowości na kapitał własny, wpływ błędów podstawowych, spowodowanych zaszłościami lat ubiegłych, odnoszonych na kapitał własny, naliczenie odroczonego podatku dochodowego rozliczanego z kapitałem własnym od różnic przejściowych).

#### *Zwiększanie wartości aktywów*

Kolejna grupa technik dotyczy zwiększania wartości aktywów. Przedsiębiorstwa dokonują tego w sztuczny sposób, wykorzystując możliwości, jakie daje dobre imię firmy (*goodwill*), wartość marek i innych aktywów niematerialnych, gdyż ich wycena opiera się na wycenie eksperta. Firmy bardzo często dążą do maksymalnej wyceny dobrego imienia firmy, aby po ustaleniu ceny za jaką mogą przejąć inną jednostkę maksymalnie dużo z tej ceny przypisać na *goodwill*, a minimalną ilość na aktywa rzeczowe. Dzięki temu przy sprzedaży przejętych aktywów rzeczowych gwarantują sobie zysk z takiej transakcji, a *goodwill* albo podnosi trwale wartość aktywów, albo pozwala na znaczące obniżenie podstawy opodatkowania, jeżeli w danym kraju podlega amortyzacji.

#### *Zmniejszanie poziomu zadłużenia*

Aby obniżyć zadłużenie, przedsiębiorstwo może albo korzystać z finansowania pozabilansowego albo dokonać (albo zachęcać do) konwersji długu na kapitał własny. Finansowanie pozabilansowe często udaje się stworzyć w sytuacji, gdy firma posiada udziały w innej jednostce (albo inne powiązania), ale nie jest to jeszcze jednostka zależna (ani na podstawie ilości posiadanych głosów, ani innych prawnych kryteriów definiujących spółkę zależną, których nie bierze się pod uwagę). Niekiedy spółka dominująca może skłonić taką jednostkę, której udziały posiada do wzięcia kredytów na siebie i cichego finansowania spółki dominującej (np. odsprzedaż aktywów za obniżoną ceną) albo do odkupu niepotrzebnych aktywów. Inny wariant to udzielenie gwarancji spółce dominującej, co pozwala jej zaciągnąć kredyt albo podpisać długookresowe umowy najmu.

Kolejna możliwość to emisja obligacji z opcją „put”, co daje nabywcy po kilku latach możliwość zażądania od emitenta ich wykupu – jednak obligacje dają też możliwość ich konwersji na akcje, a zarząd zadba o to, aby ich ceny szybko rosły. W efekcie zachęcenie wzrostem cen akcji obligatariusze zdecydują się na konwersję obligacji na akcje zamiast na ich wykup. Czasami (w przypadku dużej firmy z dużym kredytem) firmie może udać się nakłonić bank do konwersji długu na kapitał własny.

Krótkookresową strategią może być także zadeklarowanie dopłat do kapitału własnego i zaksięgowanie podwyższenia kapitału, a nie wniesienie wspomnianych wpłat albo wniesienie nieskuteczne z powodu niedopełnienia procedur prawnych

związanych z takim podniesieniem kapitału własnego (rejestracja w sądzie, dowody wpłaty, udokumentowanie przez notariusza itd.).

#### *Podnoszenie salda przepływów pieniężnych netto z działalności operacyjnej*

„Upiększanie” można także zastosować dla rachunku przepływów pieniężnych. Co prawda przepływy pieniężne rzadziej są szacowane, a częściej wynikają z konkretnych i zakończonych transakcji, ale i tutaj bywają wyjątki. Ponadto w przypadku *cash flow* może nie chodzić jedynie o modyfikowanie wartości, ale także o przesunięcia w czasie przepływów pomiędzy latami lub o przesuwanie przepływów tak, aby maksymalnie zwiększyć saldo działalności operacyjnej, które najbardziej interesuje analityków. Firmy zatem będą starały się umieścić w przepływach operacyjnych zyski gotówkowe związane z niekontynuowaną działalnością (np. sprzedaż aktywów), zawężając definicję aktywów trwałych, z kolei straty gotówkowe będą chciały przenosić do działalności operacyjnej, poszerzając definicję aktywów trwałych.

#### *Manipulowanie obrazem finansów firmy dzięki szeregowi spółek nadrzędnych lub zależnych*

Dla kreatywnych przedsiębiorców ogromne możliwości manipulowania rentownością przedsiębiorstw dają „łańcuszki” kolejnych przedsiębiorstw kontrolujących inne przedsiębiorstwa, szczególnie jeżeli część firm z takiego „łańcuszka” zarejestrowana jest w rajach podatkowych (skąd trudniej uzyskać informacje o strukturze akcjonariatu). Dostępne są tutaj różne możliwości: wzajemne pożyczki, lokaty, stosowanie cen transferowych, opłaty za pozorne doradztwo, wzajemne aporty o źle określonej wartości (zaniżone lub zawyżone), przenoszenie nadgodzin pomiędzy przedsiębiorstwami (pracownicy jednej jednostki nadgodziny wykonują dla innej jednostki holdingu, wynajmy, dzierżawy) [Kaczmarek 2010].

#### *Inne techniki krótkookresowej poprawy wizerunku firmy*

Warto także wspomnieć o możliwości sprzedaży działki i budynków należących do firmy, jeżeli znajduje się w centrum miasta i zmiana lokalizacji na tereny dużo tańsze. Jednorazowy zysk na takiej transakcji także poprawia „obraz” rentowności jednostki.

## **4. Skala „upiększania” sprawozdań finansowych w Polsce**

Tabela 1 przedstawia wyniki badań ankietowych (w formie wywiadu) przeprowadzonych na próbie 23 przedsiębiorstw, z których część znajdowała się w bardzo złej sytuacji gospodarczej. Przedsiębiorstwa pochodziły z województw małopol-

skiego i podkarpackiego, odpowiedzi udzielali pracownicy bezpośrednio ankietu-  
jącemu po zapewnieniu całkowitej anonimowości badania. Pozyskanie odpowiedzi  
na zadawane pytania nie było łatwe, większość osób odmawiała udzielania odpo-  
wiedzi, tłumacząc się brakiem czasu lub tym, że nie chcieli ujawniać informacji  
o przedsiębiorstwie. Dlatego jakkolwiek tak mała próba nie może zostać uznana  
za reprezentatywną, to jednak jest efektem żmudnej pracy i na zasygnalizowaniu,  
że pewne zjawiska mogą być stosunkowo powszechne w gospodarce polskiej.

Celem badania było sprawdzenie jak często w przedsiębiorstwach stosowane  
są opisane wcześniej techniki. Warto jednak zaznaczyć, że wiele z opisanych  
czynności powszechnie stosuje się w rachunkowości (np. aktualizację należności)  
i jedynie niektórym można przypisać funkcję *window dressingu*.

Tabela 1. Wyniki ankiety badającej powszechność wybranych technik upiększania  
sprawozdań finansowych, lata 2010–2012, próba 23 przedsiębiorstw

Wyszczególnienie	Procent
1. Wielkość firmy	
małe (do 50 osób)	39,1
średnie (powyżej 50 do 250)	13,0
duże (powyżej 250 osób)	43,5
2. Wiek firmy	
do 5 lat	13,0
powyżej 5 i do 10 lat	21,7
więcej od 10 lat	65,2
3. Kategoria pracownika	
pracownik działu finansowego	39,1
kierownik	26,1
właściciel	26,1
pracownik biura rachunkowego, który prowadzi rachunkowość przedsiębiorstwa	13,0
inny	0,0
4. Czy w jednostce zdarzyło się renegecjonować terminy płatności z klientami?	
tak	78,3
nie	21,7
5. Czy w jednostce zdarzyło się renegecjonować terminy płatności z dostawcami?	
tak	56,5
nie	43,5
6. Czy jednostce zdarzyło się renegecjonować terminy spłaty kredytu z bankiem?	
tak	17,4
nie	34,8
nie braliśmy kredytu	47,8

cd. tabeli 1

Wyszczególnienie	Procent
7. Czy w jednostce zdarzyło się renegować terminy spłaty pożyczek?	
tak	30,4
nie	26,1
nie zaciągaliśmy nigdy pożyczek	43,5
8. Czy zdarzyło się zaciągnąć kredyt długookresowy aby podnieść płynność finansową?	
tak	17,4
nie	82,6
9. Czy w jednostce przenoszono pewne straty bezpośrednio na kapitał własny?	
nie, nigdy	26,1
skutki aktualizacji wyceny środków trwałych	65,2
skutki aktualizacji wyceny inwestycji długoterminowych	65,2
koszty reorganizacji i rozszerzenia działania (spółki akcyjne)	30,4
wpływ zmian rachunkowości	47,8
skutki błędów podstawowych za poprzednie lata	39,1
aktualizacja należności	47,8
inne (jakie? ....)	8,7
10. Czy zdarzyło się jednostce sprzedać lub zastawić aktywa aby poprawić sytuację finansową?	
tak	30,4
tylko faktoring należności	43,5
nie	26,1
11. Czy w jednostce stosowane było lub jest zabezpieczenie wierzytelności na aktywach obrotowych?	
tak	21,7
nie	78,3
12. Czy jednostka posiada spółki zależne lub podporządkowane?	
tak	60,9
nie	39,1
13. W przypadku pozytywnej odpowiedzi na pytanie 12, które jednostki posiadają korzystniejszą rentowność?	
spółka matka	13,0
spółki córki	4,3
co najmniej w jednej spółce córce rentowność jest niższa	43,5
14. W przypadku pozytywnej odpowiedzi na pytanie 12, w których jednostkach szybciej rośnie zadłużenie?	
w spółce matce	8,7
w spółkach córkach	8,7
co najmniej w jednej spółce córce zadłużenie rośnie szybciej	43,5

cd. tabeli 1

Wyszczególnienie	Procent
15. Czy w jednostce zdarzyło się zbyt wysokie wycenienie stopnia wykonania robót?	
jednostka nie realizuje długookresowych kontraktów	47,8
nie, nigdy	39,1
tak, zdarzyło się	13,0
16. Czy jednostce zdarzyło się sprzedawać produkty lub usługi bez zysku aby zwiększyć sprzedaż (większe ilości towaru, a nie tylko sprzedaż niechodliwych starych zapasów)?	
tak	39,1
nie	56,5
17. Czy jednostka przejmuje w pewnych odstępach czasu kolejne firmy?	
nie, nigdy	62,2
od 1 do 5 przejęć	13,0
od 6 do 10 przejęć	4,3
powyżej 10 przejęć	16,1
18. Czy w czasie badania przez biegłego rewidenta biegły nakazał poprawę klasyfikacji przychodów lub kosztów?	
nie	39,1
jednostka nie podlega badaniu audytowemu	43,5
tak, ale bardzo małe kwoty	13,0
tak	4,3
19. Czy jednostka prowadzi wzajemną sprzedaż i zakupy z inną jednostką (kupują coś od jednostki i sprzedają jej coś)?	
tak	34,8
nie	65,2
20. Czy w firmie występowały zapasy, które sprzedano po czasie powyżej roku od ich zakupu?	
nie	39,1
cykl produkcyjny trwa około roku	8,7
tak	26,1
tak, ale wartość tych zapasów zawsze spisano w straty	30,4
w jednostce występują niepełne zapasy	21,7
21. Czy jednostka była kiedyś oskarżana o przestępstwa karuzelowe?	
tak	8,7
nie	91,3
22. Czy jednostka sprzedała kiedyś aktywa, które potem wtórnie wypożyczyła od nabywcy?	
tak	8,7
nie	91,3

cd. tabeli 1

Wyszczególnienie	Procent
23. Czy firma rozlicza w czasie następujące elementy?	
badania rozwojowe	30,4
remonty	73,9
inwestycje	69,6
nadwyżki kosztów nad przychodami	13,0
koszty produkcji	0,0
koszty utrzymania majątku	0,0
inne (jakie? ...)	0,0
24. Czy jednostka zmieniała w ciągu ostatnich 5 lat metodę wyceny zapasów?	
tak, wynikało to z wymagań zewnętrznych (granty, zmiany prawa itd.)	21,7
tak	13,0
nie	65,2
25. Czy w jednostce zmieniano tempo amortyzacji aktywów?	
tak, wynikało to z konieczności korekty błędu	13,0
tak	30,4
nie	56,5
26. Czy w złych latach zaniechano lub ograniczono aktualizację wartości aktywów?	
tak	34,8
nie	65,2
27. Czy jednostka posiada w aktywach dobre imię firmy?	
tak	39,1
nie	60,9
28. Czy po przejęciu sprzedano sporą część majątku jednostki przejmowanej?	
tak	17,4
nie	78,3
29. Czy jednostka przyjmowała aporty albo dokonywała aportów rzeczowych w innych jednostkach?	
tak	34,8
nie	65,2
30. Czy jednostka czerpała korzyści z pomocy innego przedsiębiorstwa w postaci udzielenia gwarancji, korzystniejszych transakcji, przejęcia na siebie części kosztów?	
tak	39,1
nie	60,9
31. Czy jednostka zachęcała kiedyś lub udało się zrealizować konwersję części zobowiązań na akcje?	
tak	13,0
nie	87,0



cd. tabeli 1

Wyszczególnienie	Procent
32. Czy w jednostce zdarzyła się konieczność dopłat do kapitału gdyż poniesiono wysoką stratę?	
tak, dopłata była skuteczna	4,3
tak, ale dopłata nie była skuteczna	8,7
nie	87,0
33. Czy w jednostce optymalizowano rachunek przepływów pieniężnych, aby wykazywał, jak najwyższe saldo przepływów na działalności operacyjnej?	
tak	0
nie	100
34. Czy udziałowcem spółki jest osoba albo jednostka zarejestrowana w krajach szeroko nazywanych rajami podatkowymi?	
tak	26,1
nie	73,9
35. Czy jednostka lub jej spółki zależne są zarejestrowane w szeroko rozumianych rajach podatkowych?	
tak	13,0
nie	87,0
36. Czy przedsiębiorstwo zmieniało kiedyś swoją siedzibę aby obniżyć koszty prowadzonej działalności?	
tak	17,4
nie	82,6

Źródło: badania własne.

Jak wynika z tabeli 1, jedyną techniką, która nie była stosowana przez badane podmioty, było manipulowanie rachunkiem przepływów pieniężnych (częściowo dlatego, że część jednostek go nie sporządzała). Pozostałe techniki stosowały przynajmniej niektóre przedsiębiorstwa. Wśród nich były: renegocjowanie umów zarówno z klientami, jak i dostawcami (część jednostek opóźniała regulowanie faktur bez renegocjacji umowy), wykorzystywanie gwarancji i pomocy innych jednostek (pożyczki, korzystne warunki umów), rozliczanie kosztów w czasie. Ponieważ jednak prawie wszystkie opisane narzędzia są w sposób prawidłowy stosowane w rachunkowości, to na podstawie ankiety nie tyle można ocenić skalę stosowania *window dressingu*, co możliwość jego częściowego zastosowania w badanych przedsiębiorstwach.

## 5. Podsumowanie

Jak to wynika z przedstawionej teorii oraz materiału empirycznego (wyników badań ankietowych), zjawisko modyfikowania obrazu sytuacji finansowej podmiotu gospodarczego jest powszechne. Z uzyskanych badań ankietowych także wynika, że niekiedy granica pomiędzy codziennymi decyzjami finansowymi a *window dressingiem* i kreatywną rachunkowością jest dość trudna do wyznaczenia.

Opisane w artykule techniki manipulowania wizerunkiem jednostki mogą do pewnego stopnia „upiększyć” sprawozdanie finansowe podmiotu. Wiele z nich to zwykłe czynności rachunkowe, całkowicie dopuszczalne. Większość z nich nie ukryje całkowicie prawdziwej sytuacji jednostki, a najwyżej ją „upiększy” (szczególnie „upiększeniu” może ulec wynik finansowy netto).

Oprócz wzrostu sprzedaży, aktywów i zysków brak rotacji członków zarządu i rady nadzorczej, nieodchodzenie z jednostki najlepszych pracowników i niewyprzedawanie udziałów w jednostce przez insiderów jest sygnałem dobrej sytuacji finansowej jednostki. Inną przesłanką mogą być opinie konkurentów, którzy dzięki spotkaniom i targom znają najnowsze plotki i informacje o jednostce.

Pozytywne saldo operacyjnych przepływów pieniężnych i nieujemny poziom kapitału obrotowego netto za ostatnie 3 lata oraz brak tendencji spadkowej również dobrze świadczy o firmie. Aby ocenić wyniki jednostki, warto usunąć z rachunku zysków i strat jednorazową działalność, która mogłaby w sposób negatywny rzutować na całość [Wyrobek 2012a].

Brak gwałtownego wzrostu zobowiązań długookresowych oraz wartości zabezpieczeń hipotecznych zobowiązań jest również pozytywnym sygnałem. Dobrą opinią powinien cieszyć się zarząd, co można sprawdzić poprzez serwisy pokazujące relacje zawodowe (np. serwis KtoKogo, InfoVeriti) oraz obecne i przeszłe procesy sądowe członków zarządu<sup>2</sup>.

Istotne jest także, aby bezpośrednio w siedzibie firmy zobaczyć, jak ona wygląda oraz jak wyglądają jej oddziały. Bardzo często jest to powiązane z kontaktem z pracownikami lub sąsiadami przedsiębiorstwa i dostarcza wielu cennych informacji (lub ostrzeżeń), które można potem szerzej zbadać. Obecność komornika w firmie może też świadczyć o jej złej kondycji.

---

<sup>2</sup> Szerzej na temat odpowiedzialności cywilnej członków zarządu spółek kapitałowych i możliwości zabezpieczenia przed tym ryzykiem zob. G. Strupczewski [2013].

## Literatura

- Fridson M., Alvarez F. [2011], *Financial Statement Analysis – a Practitioner’s Guide*, 4th ed., Wiley, New Jersey.
- Gut P. [2006], *Kreatywna księgowość a fałszowanie sprawozdań finansowych*, C.H. Beck, Warszawa.
- Hołda A. [2006], *Oszustwa księgowe w praktyce*, „Rachunkowość”, nr 9.
- Jones M. [2011], *Creative Accounting, Fraud and International Accounting Scandals*, Wiley, Chichester.
- Kaczmarek M. [2010], *Oszustwa księgowe – wybrane zagadnienia z teorii i praktyki*, [http://uoo.univ.szczecin.pl/~marcink/index\\_pliki/pliki/publikacje/RK1.pdf](http://uoo.univ.szczecin.pl/~marcink/index_pliki/pliki/publikacje/RK1.pdf) (dostęp: 12.04.2010).
- Kutera M. [2008], *Rola audytu finansowego w wykrywaniu przestępstw gospodarczych*, Difin, Warszawa.
- Strupczewski G. [2013], *Ubezpieczenie odpowiedzialności cywilnej członków władz spółki kapitałowej*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie”, nr 911.
- Szychta A. [2012], *Dochody całkowite w sprawozdaniach finansowych największych spółek notowanych na GPW w Warszawie*, „Acta Universitatis Lodzianensis. Folia Oeconomica”, nr 263.
- Wąsowski W. [2010a], *Kreatywna rachunkowość, czyli fałszowanie sprawozdań finansowych*, <http://e-rachunkowosc.pl/artukul.php?view=246&part=2> (dostęp: 12.01.2010).
- Wąsowski W. [2010b], *Kreatywna rachunkowość: fałszowanie sprawozdań finansowych*, Difin, Warszawa.
- Wyrobek J. [2012a], *Ograniczenia analizy wskaźnikowej*, „Rachunkowość”, nr 8.
- Wyrobek J. [2012b], *Zarządzanie wynikiem finansowym w małych i średnich przedsiębiorstwach w Polsce*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie”, nr 899.

## The Impact of “Window Dressing” and Creative Accounting on the True and Fair View of Financial Statements

The purpose of the paper is to present financial manipulation techniques that were popular in Poland in 2013. The paper is based on interviews with entrepreneurs and a review of previous papers on this subject. The paper also contains a review of selected new legal regulations in Poland intended to counteract and prevent certain types of fraud described in the paper.

**Keywords:** creative accounting, financial reporting, accounting, window dressing, financial analysis, financial crime.



*Małgorzata Markowska*

Katedra Gospodarki Regionalnej  
Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

# Dynamika innowacyjności regionów Unii Europejskiej w latach 1999–2008

## Streszczenie

W pracy przedstawiono podejścia do pomiaru innowacyjności regionalnej i dokonano doboru cech umożliwiających ilustrację tego zjawiska na szczeblu NUTS 2 w Unii Europejskiej w ujęciu dynamicznym. Opisano procedurę badawczą pozwalającą na klasyfikację, która umożliwia ocenę dynamiki innowacyjności. Scharakteryzowano wyniki otrzymane w efekcie zastosowania tej procedury ze szczególnym uwzględnieniem terytorialnego rozmieszczenia klas regionów, przynależności regionów polskich oraz stołecznych i zawierających stolice do otrzymanych klas dynamiki innowacyjności.

**Słowa kluczowe:** innowacyjność regionów, dynamika innowacyjności, klasyfikacja, NUTS 2.

## 1. Wprowadzenie

Innowacje oraz możliwości kreatywnego działania to ważne elementy, od których w oparciu na wiedzy globalnej gospodarce zależy gospodarcza prosperość. Z badań systemów innowacyjnych wynika, że to region stanowi kluczowy poziom, na którym kształtowane są zdolności innowacyjne. W krajach charakteryzujących się regionami zróżnicowanymi gospodarczo wzajemne relacje między uczestnikami życia gospodarczego oraz organizacjami i instytucjami na poziomie tak lokalnym, jak i regionalnym są istotnymi czynnikami determinującymi wzrost

gospodarczy. Ponadto badania kreatywności w gospodarce wykazały istotną rolę miasta-regionu jako podstawowego miejsca tworzącego gospodarczą dynamikę.

Podejście do oceny zróżnicowania poziomu innowacyjności na szczeblu regionalnym może być różne zarówno ze względu na zakres czasowy, jak i cel badania. Może obejmować wiele płaszczyzn, np. dynamikę zmian wartości poszczególnych cech będących identyfikatorami procesów innowacyjności regionalnej, przeobrażenia o charakterze typologicznym układów regionalnych, zmiany w tworzeniu biegunów innowacyjności, a także relacje wartości charakterystyk innowacyjności realizowanych w regionach w odniesieniu do wartości wskazanych przez badacza (maksimum, minimum, średnia i in.), czy też analizę zmian podstawowych charakterystyk w czasie [Markowska 2012].

Celem pracy jest ocena (z wykorzystaniem ośmiu charakterystyk) dynamiki innowacyjności unijnych regionów szczebla NUTS 2 w latach 1999–2008. Metody badawcze, które posłużyły do realizacji celu to między innymi: wielowymiarowa analiza danych, analiza tendencji rozwojowych wskaźników innowacyjności, metody taksonomiczne (Warda do zidentyfikowania liczby klas i  $k$ -średnich do uzyskania ostatecznego podziału).

## 2. Podejścia do pomiaru innowacyjności regionalnej w unijnej statystyce

Pierwsza ocena innowacyjności w regionach UE w ramach *Regional Innovation Scoreboard* (RIS) miała miejsce w 2002 r. jako efekt prac grupy *European Trend Chart on Innovation* [European... 2002], kolejna w 2003 r. [European... 2003a, 2003b], a następna w 2006 r. [Hollanders 2006]. W 2009 r., a następnie w 2012 r. dokonano dalszych zmian w podejściach [Hollanders, Tarantola i Loschky 2009a, 2009b, Hollanders *et al.* 2012, Hollanders, Léon i Roman 2012] (szerzej opisano w pracach [Markowska i Strahl 2006, Markowska 2012]). Tworzona przez kilka lat lista wskaźników służących do ustalania RRSII (*Revealed Regional Summary Innovation Index*) była weryfikowana i zmieniana: z 7 wskaźników w 2002 r., 13 w 2003 r., 7 w 2006 r., 16 w 2009 r. i 12 wskaźników w 2012 r. (tabela 1). Zmiany te wynikały z ewoluującego podejścia do metodologii pomiaru innowacyjności regionalnej, które jako zjawisko złożone oraz w wielu aspektach niewymierne trudno statystycznie ocenić, aby ująć w zapis liczbowy.

Opracowania z lat 2002 i 2003 skoncentrowane były na innowacyjności regionalnej państw członkowskich UE 15, a lista wskaźników była ograniczona w porównaniu z *European Innovation Scoreboard* (EIS). Opublikowany w 2006 r. kolejny *Regional Innovation Scoreboard* [Hollanders 2006] stanowił aktualizację wcześniejszych raportów, z uwagi na uwzględnienie bieżących danych, ale obejmował również regiony nowych państw członkowskich, włączonych do UE

w 2004 r. Jednakże lista wskaźników uległa ponownemu skróceniu zarówno w relacji do EIS, jak i poprzednich zestawień wskaźników regionalnych dotyczących innowacyjności – do siedmiu. Raport dotyczący regionalnej innowacyjności w UE zatytułowany *Regional Innovation Scoreboard 2012* [Hollanders *et al.* 2012, Hollanders, Léon i Roman 2012], opublikowano w 2012 r., ale dane, na podstawie których oceniano regiony ze względu na innowacyjność, pochodziły w zależności od wskaźnika i kraju z lat 2000–2008, przy czym w wielu przypadkach były to informacje statystyczne jedynie dla regionów szczebla NUTS 1.

Tabela 1. Regional Innovation Scoreboard (RIS) – zmiany w dekadzie 2002–2012

Raport	Liczba wskaźników	Regiony objęte badaniem (NUTS 1 i NUTS 2)
RIS 2002	7	148
RIS 2003	13	173
RIS 2006	7	208
RIS 2009	16	201 (w tym 7 regionów norweskich)
RIS 2012	12	190 (w tym 7 regionów norweskich, 3 chorwackie, 7 szwajcarskich, ale bez Malty, Luksemburga, Cypru, Litwy, Łotwy i Estonii)

Źródło: opracowanie własne.

Każde kolejne podejście do pomiaru innowacyjności na poziomie regionalnym powiązane było z unijnym ujęciem innowacyjności opartym na danych i wskaźnikach krajowych. Poniżej w trzech blokach (motory innowacyjności, aktywność firm oraz wyniki) i w ośmiu wymiarach, przedstawiono listę wskaźników zaproponowanych do oceny innowacyjności krajów w *Innovation Union Scoreboard* (IUS) [Hollanders *et al.* 2012, Hollanders, Léon i Roman 2012].

### *Blok 1 – Motory innowacyjności*

#### 1.1. Zasoby ludzkie:

1.1.1. liczba osób, które uzyskały tytuł doktora w danym roku na 1000 mieszkańców w grupie wiekowej 25–34 lat,

1.1.2. odsetek ludności z wykształceniem wyższym w grupie wiekowej 30–34 lat,

1.1.3. procentowy udział osób, które ukończyły edukację co najmniej na poziomie szkoły średniej w grupie wiekowej 20–24 lat.

#### 1.2. Otwarty i atrakcyjny system badań:

1.2.1. międzynarodowa współpraca naukowa w zakresie publikacji (liczba publikacji naukowych z udziałem autorów zagranicznych na mln ludności),

- 1.2.2. publikacje naukowe wśród 10% najczęściej cytowanych publikacji na świecie jako procent ogółu publikacji naukowych w kraju,
- 1.2.3. doktoranci spoza UE jako procent całkowitej liczby doktorantów w kraju.
- 1.3. Finansowanie i wsparcie dla innowacji:
  - 1.3.1. udział wydatków publicznych na B+R w PKB (%),
  - 1.3.2. udział *venture capital* w PKB (%).

### *Blok 2 – Aktywność firm*

- 2.1. Nakłady inwestycyjne firm:
  - 2.1.1. udział wydatków przedsiębiorstw na B+R w PKB (%),
  - 2.1.2. udział wydatków firm na innowacje inne niż B+R w wydatkach ogółem (%).
- 2.2. Powiązania i przedsiębiorczość:
  - 2.2.1. udział procentowy MŚP wprowadzających własne innowacje w ogólnej liczbie MŚP,
  - 2.2.2. udział procentowy MŚP kooperujących w zakresie innowacji w ogólnej liczbie MŚP,
  - 2.2.3. liczba publikacji naukowych w współautorstwie (publiczno-prywatnym) na milion mieszkańców.
- 2.3. Aktywa intelektualne:
  - 2.3.1. liczba wniosków patentowych w trybie PCT<sup>1</sup> na miliard PKB (w PPS €),
  - 2.3.2. liczba wniosków patentowych PCT z wyzwań społecznych (łagodzenie skutków zmian klimatycznych, zdrowie) na miliard PKB (w PPS €),
  - 2.3.3. liczba nowych wspólnotowych znaków towarowych na miliard PKB (w PPS €),
  - 2.3.4. liczba nowych wspólnotowych wzorów przemysłowych na miliard PKB (w PPS €).

### *Blok 3 – Wyniki (outputs)*

- 3.1. Innowatorzy:
  - 3.1.1. innowatorzy technologiczni (innowacje w obrębie produktu i/lub procesu) jako % ogółu MŚP,
  - 3.1.2. innowatorzy nietechnologiczni (innowacje marketingowe i/lub organizacyjne) jako % ogółu MŚP,
  - 3.1.3. szybko rozwijające się firmy innowacyjne.
- 3.2. Efekty ekonomiczne:
  - 3.2.1. zatrudnienie w działalności opartej na wiedzy jako procent całkowitego zatrudnienia,

---

<sup>1</sup> Układ umożliwia uzyskiwanie patentów w państwach-stronach, obejmuje 134 kraje i zapewnia uproszczony system oparty na jednym zgłoszeniu patentowym (zgłoszenie międzynarodowe PCT – *Patent Cooperation Treaty*).



3.2.2. udział eksportu wyrobów średniej i wysokiej techniki w eksporcie ogółem,

3.2.3. udział procentowy eksportu usług wymagających specjalistycznej wiedzy w eksporcie usług ogółem,

3.2.4. udział procentowy sprzedaży wyrobów nowych lub zmodernizowanych dla rynku i nowych lub zmodernizowanych dla przedsiębiorstw w sprzedaży ogółem,

3.2.5. udział dochodów z licencji i patentów (otrzymanych z zagranicy) jako % PKB.

Powyższa lista z uwagi na znaczące braki w danych dla regionów UE szczebla NUTS 2 została w trakcie przygotowywania raportu na temat innowacyjności unijnych regionów [Hollanders *et al.* 2012, Hollanders, Léon i Roman 2012] ponownie znacznie skrócona do 12 wskaźników. Tabela 2 stanowi zestawienie podsumowujące dostępność danych na poziomie regionalnym dla wskaźników, które zostały zastosowane w analizie krajów UE w IUS. W grupie 24 wskaźników stosowanych w IUS dane na poziomie regionalnym są dostępne tylko dla 12 wskaźników. Ponadto dostępność danych jest odmienna dla rozpatrywanych wymiarów innowacji [Hollanders *et al.* 2012].

Tabela 2. Zawartość RIS 2012 w porównaniu z IUS 2012

Wskaźnik IUS	Dostępność danych regionalnych (liczba wskaźników razem)	Uwagi
1.1.1; 1.1.3; 1.2.1; 1.2.2; 1.2.3; 1.3.2; 2.3.2; 2.3.3; 2.3.4; 3.1.3; 3.2.2; 3.2.3; 3.2.5	nie (13)	brak danych w bazach regionalnych
1.3.1; 2.1.1; 2.2.1; 2.2.2; 2.2.3; 3.1.1; 3.1.2	tak (7)	wskaźniki RIS identyczne, jak w IUS
1.1.2	podobne lub zbliżone (5)	odsetek osób posiadających wyższe wykształcenie w grupie wiekowej 25–64 lat
2.1.2		tylko dla MŚP
2.3.1		liczba zastosowań patentów zgłoszonych do EPO na bilion PKB (według PPP €)
3.2.1		zatrudnienie w usługach intensywnie opartych na wiedzy jako % ogólnej liczby pracujących oraz zatrudnienie w przemyśle średnio i wysoko zaawansowanym technologicznie jako % ogółu siły roboczej
3.2.4		tylko dla MŚP

Źródło: opracowanie własne na podstawie: [Hollanders *et al.* 2012].

Należy zwrócić uwagę, że zmieniające się tak często zestawy wskaźników, zasilających je bazy danych oraz ujęcia metodologiczne pomiaru, jak i zbiory regionów ocenianych w danym badaniu (co często ma wpływ na brak kompatybilności wskaźników) nie sprzyjają analizom dynamicznym i ocenom porównawczym, nie stanowią również dobrego wzorca dla korzystających z nich badaczy.

### 3. Metoda badawcza

W zaproponowanym w pracy podejściu do oceny dynamiki zmian innowacyjności unijnych regionów etap wstępny badania stanowiło skonstruowanie agregatowego wskaźnika innowacyjności (WI), do budowy którego wykorzystano zaproponowane poniżej cechy. Cechy doprowadzono do porównywalności poprzez przekształcenie ich, w efekcie odejmowania od zaobserwowanej wartości wartości minimalnej zaobserwowanej dla danej cechy w całym badanym okresie w zbiorze unijnych regionów poziomu NUTS 2, a następnie dzielenia przez rozstęp także policzony dla całego okresu [Kukuła 2000]. Zabieg ten pozwolił na otrzymanie wartości z przedziału [0,1]. Cechy uwzględnione w badaniu to stymulanty – ich wysokie wartości świadczą o znaczącym poziomie zjawiska, które ilustrują. Procedura zastosowana do doprowadzania do porównywalności to tzw. unitaryzacja globalna [Handbook... 2008]. Przyjęcie jako punktów odniesienia minimalnych i maksymalnych wartości z całego okresu pozwoliło, w dalszej kolejności, na prowadzenie analizy dynamiki. Ponadto uwzględnienie w procesie unitaryzacji wszystkich regionów NUTS 2 umożliwiło osadzenie dynamiki innowacyjności każdego z nich w całościowym kontekście Unii Europejskiej. Wartość agregatowego wskaźnika innowacyjności (WI), przy uwzględnieniu równych wag, to średnia arytmetyczna cech poddanych unitaryzacji. Przyjęty w analizie współczynnik skali to 100.

Następny etap stanowiła analiza tendencji rozwojowych wskaźników innowacyjności dla regionów Unii Europejskiej. Badany okres obejmował jedynie 10 lat, dlatego przyjęto, że wykorzystane zostaną liniowe funkcje trendu. Ich parametry szacowano metodą najmniejszych kwadratów. Istotność współczynnika kierunkowego trendu testowano za pomocą testu istotności parametru funkcji trendu. Te proste metody pozwoliły na:

- porównanie sytuacji wyjściowej badanych regionów poprzez porównanie wyrazów wolnych trendu,
- obiektywne (poprzez testowanie statystyczne) stwierdzenie, w których regionach następowały w badanym okresie istotne zmiany poziomu innowacyjności,
- porównanie tempa zmian poziomu innowacyjności w regionów,
- zbadanie związku pomiędzy dynamiką innowacyjności a średnim poziomem agregatowego wskaźnika innowacyjności poprzez zastosowanie współczynnika korelacji liniowej,

– poszukiwanie klas dynamiki innowacyjności poprzez zastosowanie metod taksonomicznych, najpierw metody Warda do zidentyfikowania liczby klas, a następnie metody  $k$ -średnich do uzyskania ostatecznego podziału.

## 4. Ocena dynamiki innowacyjności uniijnych regionów w latach 1999–2008

### 4.1. Uwagi wstępne

Prowadzone w pracy badania dotyczą regionów UE szczebla NUTS 2 [Regions... 2007] w ujęciu dynamicznym i chociaż w ramach analiz innowacyjności prowadzonych przez Eurostat dla regionów szczebla NUTS 2 w RIS 2009 ujęto 16 cech. Połowa to wyniki badań ankietowych w ramach CIS (*Community Innovation Survey*), co ogranicza ich dostępność w wielu krajach. Wątpliwości budzi także stosowanie wskaźników z badań CIS na szczeblu regionów z uwagi na konieczność dezagregacji wyników (zastrzeżenia wzbudza kwestia, według jakiego kryterium i czy uwzględniono specyfikę i zróżnicowanie regionów). Dodatkowo dla wielu zaproponowanych wskaźników dane dostępne są jedynie na szczeblu krajowym lub NUTS 1, a ponadto gdy już są dostępne, to nie dla większości regionów szczebla NUTS 2. Szeregi czasowe charakteryzują bowiem znaczne luki w danych. Dyskusję na temat listy zaproponowanych poniżej wskaźników oraz uwagi krytyczne, a także przegląd wskaźników w innych opracowaniach przedstawiono w pracy [Markowska 2012].

Uwzględniając możliwość pozyskania porównywalnych i kompletnych danych dla jak największej liczby regionów UE oraz mając na uwadze przedstawione wątpliwości i trudności, do analizy innowacyjności z propozycji Eurostatu wybrano te cechy, dla których w bazach dostępne są (lub możliwe jest ich uzupełnienie) dane dla co najmniej 80% z 271 regionów UE szczebla NUTS 2. Uzupełnianie brakujących danych przeprowadzono z wykorzystaniem metod interpolacji, ustalania średnich dla brakujących informacji w szeregach danych, analogii przestrzenno-czasowych i analizy struktur oraz ekstrapolacji. W konsekwencji przeprowadzonych obliczeń otrzymano kompletne szeregi danych dla następujących charakterystyk innowacyjności:

- WYKSZ – procentowy udział pracujących z wyższym wykształceniem w ogólnej liczbie pracujących w regionie,
- LLL – procentowy udział ludności w wieku 25–64 lat uczestniczącej w kształceniu ustawicznym w regionie,
- KIS – pracujący w usługach opartych na wiedzy (*knowledge-intensive services*) jako procent aktywnych zawodowo,

– KIS 2 – pracujący w usługach opartych na wiedzy jako procentowy udział pracujących w usługach,

– HRST – zasoby ludzkie dla nauki i techniki (*Human Resources for Science and Technology*), tj. ogół osób faktycznie zatrudnionych w zawodach N+T<sup>2</sup> w relacji do aktywnych zawodowo,

– HIT – pracujący w przemyśle wysoko i średnio zawansowanym technologicznie (jako procent aktywnych zawodowo),

– EPO – liczba patentów zarejestrowanych w danym roku w European Patent Office (EPO) na milion aktywnych zawodowo,

– HIT 2 – procentowy udział pracujących w przemyśle wysoko i średnio zawansowanym technologicznie w ogólnej liczbie pracujących w przemyśle.

Dla większości przyjętych w pracy do oceny innowacyjności cech 1999 r. to początek okresu, od którego w Eurostacie prezentowane są dane statystyczne. Dane dotyczące pracujących w usługach opartych na wiedzy oraz w przemyśle wysoko i średnio zawansowanym technologicznie po 2008 r. (ostatni rok, dla którego wykorzystano dane) ze względu na zmiany w klasyfikacji NACE<sup>3</sup> są na poziomie regionalnym w wyniku niezbędnych przeliczeń nieporównywalne.

Ze względu na brak danych w badaniu nie uwzględniono czterech regionów francuskich zamorskich (Guadeloupe, Martinique, Guyane, Réunion) i dwóch portugalskich (Região Autónoma dos Açores, Região Autónoma da Madeira), co oznacza, że z 271 regionów, które funkcjonowały według podziału obowiązującego dla NUTS do 2011 r. oraz krajów zjednoczonych wówczas w UE, analizie poddano łącznie 97,8% z nich.

#### 4.2. Zróżnicowanie cech w latach – krótka charakterystyka

Z analizy danych dotyczących każdej cechy ilustrującej innowacyjność wynika, że obniżenie wartości w 2008 r. w relacji do 1999 r. odnotowano dla:

– 184 regionów UE szczebla NUTS 2 w przypadku wartości charakterystyki EPO,

– 163 regionów ze względu na wartości cechy HIT,

– 131 regionów w analizach wartości HIT 2,

– 59 regionów ze względu na udział pracujących w usługach opartych na wiedzy w ogólnej liczbie pracujących w usługach w regionie (KIS 2),

– 43 unijnych regionów ze względu na ustawiczne kształcenie (LLL),

---

<sup>2</sup> Praca związana z tworzeniem, rozwojem, rozpowszechnianiem i zastosowaniem wiedzy naukowo-technicznej.

<sup>3</sup> *Nomenclature statistique des Activités économiques dans la Communauté Européenne* – Statystyczna Klasyfikacja Działalności Gospodarczych w Unii Europejskiej.

– 23 regionów ze względu na udział pracujących w usługach opartych na wiedzy w ogólnej liczbie pracujących w regionie (KIS),

– 14 regionów, jeśli chodzi o udział pracujących z wyższym wykształceniem (WYKSZ),

– 12 regionów z uwagi na wartości cechy HRST.

Natomiast największe wzrosty w badanym okresie odnotowano:

– w regionie Bratislavský kraj (ponad 22-krotnie) dla cechy LLL (z 0,45% do 10% udziału ludności w wieku 25–64 lat uczestniczącej w kształceniu ustawicznym w regionie),

– dla EPO (ponad 17-krotnie) w regionie małopolskim (przy czym jest to wzrost z 0,4 do 6,7 patentów na milion aktywnych zawodowo),

– o 610% dla WYKSZ we włoskim Provincia Autonoma Trento,

– o 275% dla HIT w rumuńskim regionie Vest, zaś o 143% dla HIT 2 na Łotwie.

– o 83% dla HRST w portugalskim regionie Alentejo,

– dla KIS o 67% w rumuńskim regionie Sud-Muntenia,

– dla KIS 2 o 34,3% we włoskim regionie Provincia Autonoma Trento.

Rozpatrując uporządkowanie regionów ze względu na udział pracujących z wyższym wykształceniem w ogólnej liczbie pracujących w regionie (WYKSZ) w latach 1999 i 2008, można stwierdzić, że w pierwszej dziesiątce regionów jest pięć tych samych (Inner London, Région de Bruxelles, Prov. Brabant Wallon, Prov. Vlaams Brabant, Hovedstaden), a w ostatniej dziesiątce uporządkowania powtarza się jedynie Provincia Autonoma Bolzano-Bozen.

Z uwagi na udział ludności w wieku 25–64 lat w kształceniu ustawicznym w regionie (LLL) w pierwszej i ostatniej dziesiątce odnotowano po trzy te same regiony: w pierwszej Sydsverige, Hovedstaden i Inner London, a w ostatniej Voreio Aigaio, Notio Aigaio i Severozapaden.

W uporządkowaniu regionów pod względem kapitału ludzkiego w nauce i technologii w aktywnych zawodowo (HRST) w analizowanych latach w pierwszej i ostatniej dziesiątce powtarza się odpowiednio 7 i 6 regionów, co potwierdza silną stabilizację na pozycjach regionów o skrajnych wartościach tej cechy. Do pierwszej dziesiątki zalicza się regiony: Stockholm, Prov. Brabant Wallon, Inner London, Utrecht, Praha, Prov. Vlaams Brabant, Hovedstaden, a do ostatniej: Algarve, Norte, Centro, Sud-Muntenia, Sud-Vest Oltenia, Nord-Est.

Pod względem udziału pracujących w usługach opartych na wiedzy w ogólnej liczbie pracujących w regionie (KIS) w pierwszej dziesiątce występuje 8 (Inner London, Stockholm, Hovedstaden, Åland, Utrecht, Outer London, Surrey, East and West Sussex, Övre Norrland), a w ostatniej dziesiątce 9 (Ionia Nisia, Sterea Ellada, Nord-Vest, Vest, Centru, Sud-Est, Sud-Muntenia, Nord-Est, Sud-Vest Oltenia) tych samych regionów.

W przypadku udziału pracujących w usługach opartych na wiedzy (w ogólnej liczbie pracujących w usługach w regionie (KIS 2) w pierwszej dekadzie jest 9 tych samych regionów (Åland, Stockholm, Östra Mellansverige, Småland med öarna, Sydsverige, Norra Mellansverige, Mellersta Norrland, Övre Norrland, Inner London), zaś na końcu uporządkowania pięć regionów (Canarias, Ionia Nisia, Sterea Ellada, Notio Aigaio, Algarve).

Po 6 regionów powtarza się w pierwszej i ostatniej dekadzie uporządkowania ze względu na udział pracujących w przemyśle wysoko i średnio zaawansowanym technologicznie w ogólnej liczbie pracujących w regionie (HIT). W pierwszej dekadzie to: Stuttgart, Braunschweig, Tübingen, Rheinhessen-Pfalz, Karlsruhe, a w ostatniej: Extremadura, Canarias, Dytiki Ellada, Notio Aigaio Kriti Voreio Aigaio.

W analizowanych latach w pierwszej i ostatniej dekadzie powtarza się odpowiednio 6 i 7 regionów uporządkowanych ze względu na liczbę patentów zarejestrowanych w EPO na milion siły roboczej. W pierwszej dekadzie należy wymienić regiony: Noord-Brabant, Oberbayern, Stuttgart, Tübingen, Mittelfranken, Freiburg, a w ostatniej: Nord-Est, Vest, Sud-Muntenia, Nord-Vest, Sud-Est, Centru, Sud-Vest Oltenia.

Po 5 regionów powtarza się w pierwszej i ostatniej dekadzie uporządkowania pod względem udziału pracujących w przemyśle wysoko i średnio zaawansowanym technologicznie w ogólnej liczbie pracujących w przemyśle regionie (HIT 2) w latach 1999 i 2008. Na początku listy są to: Stuttgart, Braunschweig, Rheinhessen-Pfalz, Karlsruhe i Oberbayern, a na końcu: Extremadura, Canarias, Ipeiros, Notio Aigaio Kriti, Voreio Aigaio.

Według wartości rozstępu obliczonej dla każdej cechy ilustrującej innowacyjności jako stosunek wartości maksymalnej do minimalnej zróżnicowanie wartości skrajnych jest różne. Przykładowo dla cechy WYKSZ relacja ta zmniejszyła się z 23,5 do 6,8 (pomiędzy Inner London a włoskim regionem Provincia Autonoma Bolzano-Bozen w 1999 r. i czeskim Severozápad w 2008 r.) – por. tabela 3. Wartość rozstępu w 1999 r. wyniosła 86,7 dla LLL (między pierwszym w uporządkowaniu szwedzkim Övre Norrland a ostatnim regionem na liście słowackim Východné Slovensko), a w 2008 r. wyraźnie mniej, bo 67,1 (między duńskim Hovedstaden a bułgarskim Severozapaden). Dla cechy KIS zakres relacji zmniejszył się z 7,9 (dla Inner London i rumuńskiego Sud-Muntenia) do 5,4 (pomiędzy Inner London a rumuńskim Sud-Vest Oltenia), a dla KIS 2 z 3,5 do 2,9 (między fińskim Åland a greckimi regionami Ionia Nisia w 1999 r. i Notio Aigaio w 2008 r.). Dla cechy HIT rozstęp w pierwszym okresie wynosił 37,3 (między niemieckim regionem Stuttgart a greckim Voreio Aigaio), poprzez 46,9 w 2003 r. (ponownie między Stuttgartem a hiszpańskim regionem Canarias), do 34 w ostatnim roku analizy (dla niemieckiego regionu Braunschweig i odnotowanym powtórnie na końcu listy greckim Voreio Aigaio). Natomiast dla cechy

HIT 2 relacja ta zmniejszyła się z 26,7 (między włoskim Valle d'Aosta a greckim Voreio Aigaio) do 15,2 (dla niemieckiego regionu Braunschweig i Cypru). Zdecydowanie największe zróżnicowanie oceniane jako relacja wartości skrajnych występuje w zakresie EPO – por. tabela 3.

Wartości minimum pozostały na tym samym poziomie dla HIT, natomiast dla pozostałych cech wzrosły, a maksimum dla sześciu cech wzrosło, natomiast obniżone wartości w 2008 r. odnotowano dla KIS 2 i EPO (tu o niemal 180 patentów na milion aktywnych zawodowo). Spadek wartości średniej i mediany jest charakterystyczny dla trzech cech: HIT, EPO i HIT 2 (HIT 2 oznacza procentowy udział pracujących w przemyśle wysoko i średnio zawansowanym technologicznie w ogólnej liczbie pracujących w przemyśle).

Tabela 3. Charakterystyki liczbowe cech ilustrujących innowacyjność w europejskich regionach szczebla NUTS 2 w latach 1999–2008

Wyszczególnienie	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Procentowy udział pracujących z wyższym wykształceniem w ogólnej liczbie pracujących w regionie – WYKSZ										
Max.	49,5	49,0	49,3	49,2	50,4	50,9	52,6	54,3	55,3	56,4
Min.	2,1	5,6	6,1	6,4	8,1	8,4	9,2	9,8	8,7	8,3
Średnia	21,2	22,3	22,9	23,2	24,2	25,6	26,1	26,6	27,0	27,7
Mediana	22,2	22,7	23,3	23,5	24,4	26,1	26,0	26,7	27,4	27,9
Odchylenie standardowe	9,3	8,8	8,3	8,3	8,6	8,5	8,6	8,7	8,8	8,7
Współczynnik zmienności	44,1	39,6	36,0	35,7	35,3	33,3	33,1	32,5	32,5	31,5
Max./min.	23,5	8,7	8,1	7,6	6,2	6,1	5,7	5,5	6,3	6,8
Max.–min.	47,4	43,4	43,2	42,8	42,2	42,5	43,4	44,5	46,5	48,1
Procentowy udział ludności w wieku 25–64 lat uczestniczącej w kształceniu ustawicznym w regionie – LLL										
Max.	26,3	24,0	25,1	24,9	28,5	31,0	31,3	33,1	33,2	34,3
Min.	0,3	0,3	0,1	0,2	0,7	0,3	0,5	0,4	0,3	0,5
Średnia	7,0	7,3	7,4	7,5	9,0	9,0	9,9	9,6	9,8	10,0
Mediana	4,3	4,4	4,7	4,7	6,0	6,9	7,5	7,5	7,7	7,9
Odchylenie standardowe	6,7	6,4	6,6	6,6	7,2	6,5	6,9	6,6	6,6	6,8
Współczynnik zmienności	96,0	88,4	89,7	87,9	80,4	72,0	69,6	68,8	67,9	68,4
Max./min.	86,7	73,9	190,4	136,7	42,2	101,8	67,7	88,5	112,9	67,1
Max.–min.	26,0	23,7	25,0	24,7	27,8	30,7	30,9	32,8	32,9	33,8

cd. tabeli 3

Wyszczególnienie	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Pracujący w usługach opartych na wiedzy (knowledge-intensive services) jako procent siły roboczej – KIS										
Max.	58,2	57,8	61,1	59,4	57,3	60,5	57,4	56,8	60,3	60,6
Min.	7,8	7,5	8,0	9,4	9,9	10,7	10,3	11,1	11,1	11,2
Średnia	28,9	29,3	29,8	30,2	30,9	31,5	31,7	32,1	32,3	32,4
Mediana	28,5	28,5	28,8	29,4	30,4	30,6	31,3	31,4	32,0	32,1
Odchylenie standardowe	8,9	8,9	9,1	9,1	9,2	9,0	8,9	8,9	9,0	8,9
Współczynnik zmienności	30,8	30,3	30,3	30,0	29,9	28,5	28,1	27,8	28,0	27,4
Max./min.	7,9	7,7	7,7	6,3	5,8	5,7	5,6	5,1	5,4	5,4
Max.–min.	50,9	50,2	53,1	50,1	47,4	49,8	47,2	45,7	49,2	49,3
Pracujący w usługach opartych na wiedzy jako procentowy udział pracujących w usługach – KIS 2										
Max.	76,4	74,6	75,5	81,9	80,8	80,0	72,4	73,6	71,6	73,5
Min.	21,8	23,8	24,9	24,9	23,	26,8	24,3	26,6	26,6	25,2
Średnia	45,4	45,9	46,2	46,5	46,9	47,4	47,5	47,9	48,0	48,0
Mediana	45,0	45,5	45,3	46,0	46,7	47,0	47,4	47,3	48,2	48,1
Odchylenie standardowe	8,3	8,1	8,3	8,2	8,3	7,7	7,8	7,8	8,0	7,6
Współczynnik zmienności	18,2	17,6	17,9	17,7	17,6	16,4	16,5	16,4	16,7	15,9
Max./min.	3,5	3,1	3,0	3,3	3,5	3,0	3,0	2,76	2,7	2,9
Max.–min.	54,6	50,7	50,6	57,0	57,9	53,2	48,1	46,8	45,0	48,3
Zasoby ludzkie dla nauki i techniki ( <i>Human Resources for Science and Technology</i> ) – HRST)										
Max.	55,8	55,4	55,0	54,1	55,8	56,9	57,9	58,9	60,1	63,1
Min.	8,6	8,5	9,7	11,3	12,9	13,6	14,1	14,5	14,2	12,8
Średnia	30,1	30,8	31,3	31,6	32,5	33,9	34,4	35,1	35,7	36,1
Mediana	30,1	30,3	31,1	31,9	32,8	34,7	35,0	34,9	36,0	36,2
Odchylenie standardowe	8,5	8,6	8,6	8,5	8,5	8,4	8,4	8,4	8,3	8,5
Współczynnik zmienności	28,1	28,0	27,4	26,7	26,1	24,7	24,3	23,9	23,4	23,5
Max./min.	6,5	6,5	5,7	4,8	4,3	4,2	4,1	4,1	4,2	4,9
Max.–min.	47,2	46,9	45,3	42,8	42,9	43,3	43,8	44,4	45,9	50,3



cd. tabeli 3

Wyszczególnienie	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Pracujący w przemyśle wysoko i średnio zawansowanym technologicznie (jako procent aktywnych zawodowo) – HIT										
Max.	20,5	21,1	21,0	21,3	20,6	22,3	20,1	20,9	21,2	21,4
Min.	0,6	0,6	0,7	0,7	0,4	0,8	0,7	0,6	0,7	0,6
Średnia	6,8	6,8	6,7	6,7	6,4	6,4	6,3	6,3	6,4	6,4
Mediana	6,6	6,6	6,5	6,3	5,9	5,9	5,9	5,7	5,9	5,6
Odchylenie standardowe	3,6	3,6	3,6	3,6	3,5	3,5	3,3	3,5	3,6	3,7
Współczynnik zmienności	52,5	52,7	53,3	54,1	53,8	54,6	53,2	55,6	56,0	57,9
Max./min.	37,3	33,0	30,0	28,6	46,9	29,3	30,0	32,6	31,7	34,0
Max.–min.	20,0	20,5	20,3	20,5	20,2	21,5	19,4	20,2	20,6	20,8
Liczba patentów zarejestrowanych w danym roku w European Patent Office na milion aktywnych zawodowo – EPO										
Max.	1241,8	1494,6	1942,5	1507,4	1479,4	1437,3	1320,2	902,5	1093,3	1063,2
Min.	0,07	0,03	0,08	0,09	0,04	0,33	0,14	0,09	0,33	0,10
Średnia	189,7	199,7	190,9	189,3	189,5	201,2	198,3	134,6	166,0	162,5
Mediana	117,0	131,6	116,4	119,6	110,8	124,8	122,5	79,6	102,4	97,5
Odchylenie standardowe	231,4	244,8	247,7	233,3	229,3	242,4	238,6	163,1	200,2	196,9
Współczynnik zmienności	122,0	122,6	129,8	123,3	121,0	120,4	120,3	121,2	120,6	120,9
Max./min.	17739,9	49820,7	25227,8	16035,9	37932,4	4355,5	9430,0	10028,0	3272,9	10631,6
Max.–min.	1241,7	1494,6	1942,5	1507,3	1479,3	1437,0	1320,1	902,4	1093,0	1063,0
Procentowy udział pracujących w przemyśle wysoko i średnio zawansowanym technologicznie w ogólnej liczbie pracujących w przemyśle – HIT 2										
Max.	55,9	56,7	50,1	51,2	52,8	53,4	55,4	52,7	57,6	59,0
Min.	1,95	2,34	2,91	2,95	2,12	3,50	3,20	3,49	3,02	3,9
Średnia	23,2	23,1	23,3	23,0	22,7	22,8	22,6	22,7	22,7	22,9
Mediana	22,7	22,8	23,3	23,0	22,5	22,9	22,9	22,0	22,5	22,5
Odchylenie standardowe	10,2	9,8	9,9	9,6	9,5	9,4	9,3	9,9	9,6	10,0
Współczynnik zmienności	43,8	42,7	42,3	41,9	42,0	41,4	41,3	43,5	42,2	43,5
Max./min.	28,7	24,2	17,2	17,4	24,9	15,2	17,3	15,1	19,1	15,2
Max.–min.	54,0	54,4	47,2	48,3	50,7	49,9	52,2	49,2	54,6	55,1

Źródło: opracowanie własne na podstawie: [Markowska 2012].

Wartość współczynnika zmienności dla cechy EPO oscylowała wokół 120%, a dla HIT wokół 55%, zaś dla HIT 2 zmienność wynosiła nieco ponad 43% w obu badanych momentach analizy. Ponadto dla cechy LLL wartość współczynnika zmienności zmniejszała się z 96 do 68,4%.

### 4.3. Ustalenie klas dynamiki innowacyjności

Najpierw ustalono (z wykorzystaniem opisanych pokrótce cech) wskaźniki innowacyjności (WI) w latach 1999–2008 dla każdego regionu UE szczebla NUTS 2, a zatem uzyskano szeregi czasowe wskaźnika WI dla każdego regionu. Następnie dla każdego regionu ( $i$ ) oszacowano trendy liniowe, co pozwoliło na ustalenie współczynników kierunkowych trendów ( $b_i$ ). Obliczono także wartość średnią WI dla każdego regionu ( $a_i$ ).

We wstępnej fazie analizy istotna wydaje się odpowiedź na pytanie, czy istnieje związek pomiędzy średnim poziomem WI a tempem zmian wskaźnika innowacyjności. W celu poszukiwania odpowiedzi obliczono współczynnik korelacji pomiędzy  $a_i$  i  $b_i$ , który wyniósł  $-0,276$  ( $p < 0,000$ )<sup>4</sup>. Istotna (przy 265 obserwacjach) wartość współczynnika korelacji potwierdza istnienie zależności, a mianowicie łatwiej było poprawiać swą innowacyjność tym regionom, które były na niższym poziomie innowacyjności.

Na rys. 1 przedstawiono diagram rozrzutu  $a_i$  i  $b_i$  z zaznaczeniem regionów odstających, tj.:

- rumuński Centru (#203), bułgarski Yuzhen tsentralen (#17) i Cypr (#148) – regiony o relatywnie niskiej wartości średniej wskaźnika innowacyjności ( $a_{203}, a_{17}, a_{148} < 20$ ) oraz ujemnej dynamice WI ( $b$ ),
- rumuński region Vest (#209) i hiszpański region Galicia (#86), dla których w analizowanych latach średnie wartości WI były relatywnie niskie ( $a_{209}, a_{86} < 30$ ), natomiast parametry  $b$  dla tych regionów plasowały je w uporządkowaniu pod względem wysokich wartości na pozycji drugiej i trzeciej,
- Stockholm (#221) – najwyższa wartość średnia WI ( $a_{221} = 59,9$ ) i ujemna dynamika jego zmian,
- hiszpański region País Vasco (#89), dla którego średnia wartość WI jest powyżej 40, a jednocześnie parametr  $b$  jest dla tego regionu najwyższy ( $b_{89} = 1,63$ ),
- duński region Hovedstaden (#26), zawierający stolicę kraju, dla którego średni wskaźnik innowacyjności jest jednym z najwyższych ( $a_{26} = 59,3$ ), a dynamika zmian WI wynosi niemal 1.

<sup>4</sup> Współczynnik korelacji pomiędzy  $b_i$  a wyrazem wolnym funkcji trendu (przy numerowaniu lat liczbami naturalnymi, poczynając od 1999 r.) wyniósł  $-0,441$  ( $p < 0,000$ ).

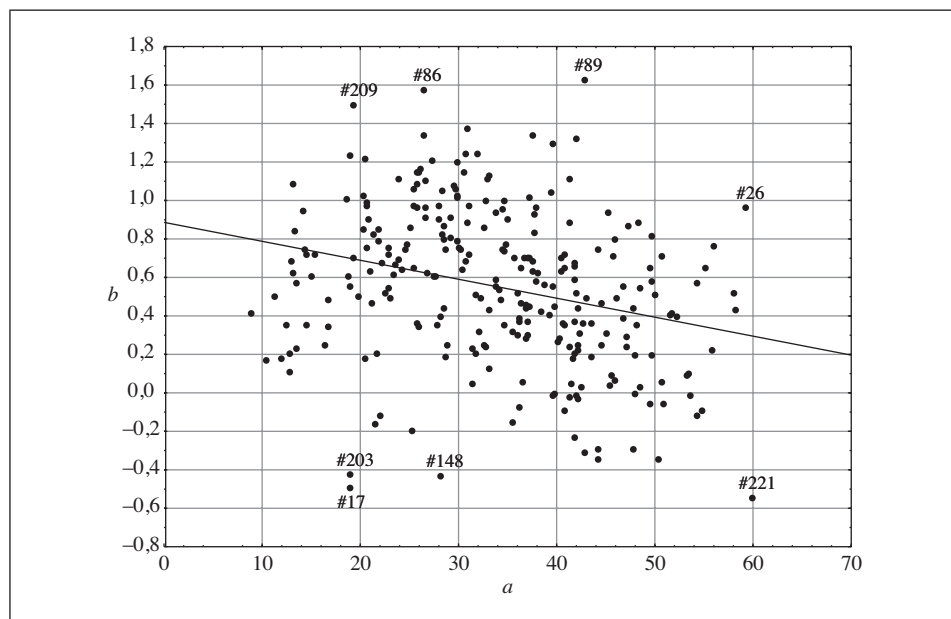
Równanie regresji, w którym średnie tempo zmian wskaźnika innowacyjności ( $b$ ) jest „zależne” od średniego poziomu wskaźnika innowacyjności ( $a$ ), przedstawiono poniżej (wzór 1 i rys. 1). Współczynnik regresji jest ujemny tak, jak odnośny współczynnik korelacji.

$$\hat{b}_i = 0,8864 - 0,0099a_i,$$

(0,0785) (0,0021)

gdzie  $i = 1, 2, \dots, 265$ .

Obydwa parametry funkcji trendu są istotne statystycznie ( $p < 0,0000$ ), ale rozrzut punktów wokół linii regresji jest znaczny. Stąd stosunkowo duża wartość średniego błędu dopasowania (0,39). Niska wartość  $R^2$  świadczy o słabym, ale istotnym związku pomiędzy wyrazem wolnym a współczynnikiem kierunkowym trendów.

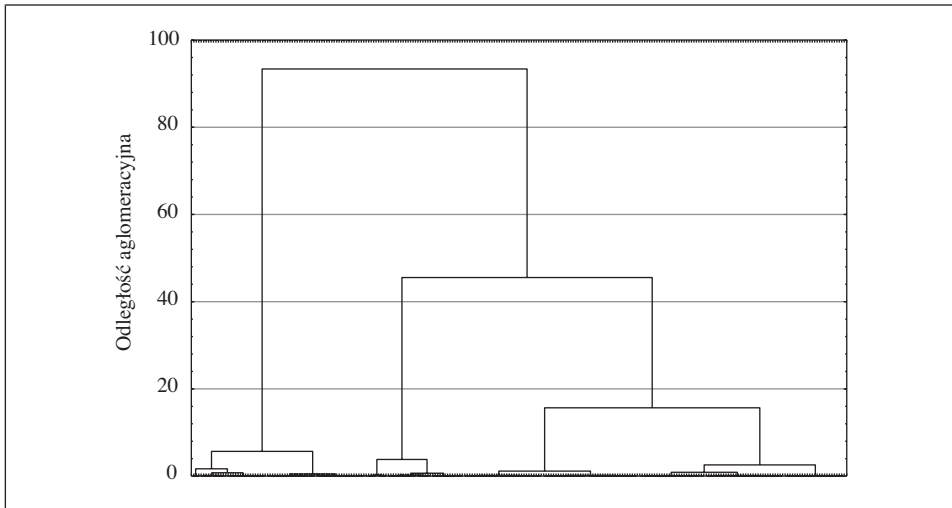


Rys. 1. Diagram rozrzutu regionów według średniej wartości wskaźnika innowacyjności ( $a$ ) i tempa zmian ( $b$ )

Źródło: opracowanie własne.

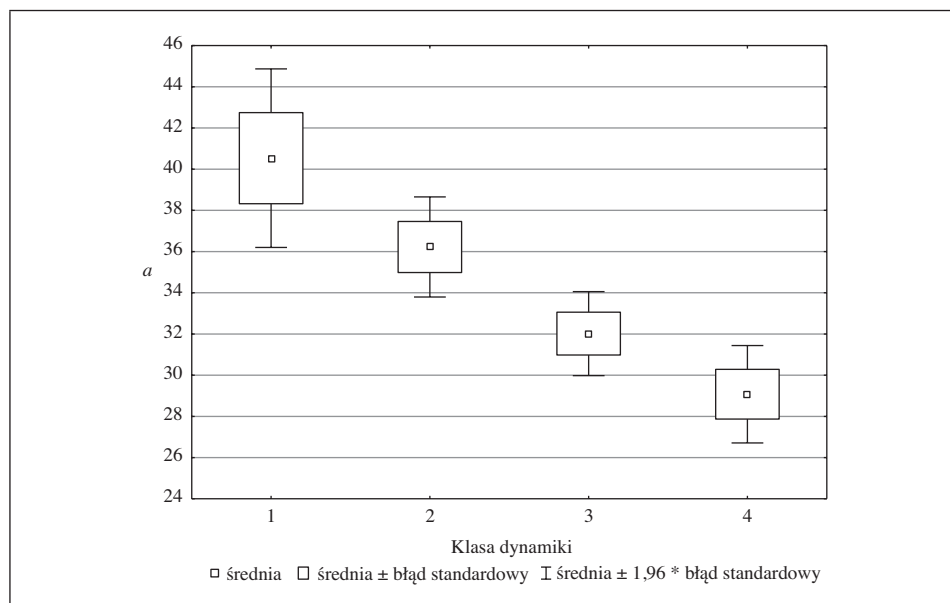
Kolejnym zagadnieniem badawczym jest znalezienie odpowiedzi na pytanie, czy można znaleźć wyraźne „klasy dynamiki innowacyjności regionów”. Sposób poszukiwania takich klas wymagał zastosowania standardowych metod taksonomicznych w taki sposób, że:

- wstępnie dokonano grupowania regionów metodą Warda ze względu na wartość współczynnika kierunkowego trendu  $b_i$  (rys. 2),
- z otrzymanego dendrogramu wynika, że są cztery klasy dynamiki innowacyjności,
- zastosowano dla ustalonej liczby klas (4) metodę  $k$ -średnich. Jej wyniki pozwoliły na stwierdzenie, że współczynniki trendu grupują się w cztery przedziały:  $[-0,544, 0,105]$ ,  $[0,129, 0,520]$ ,  $[0,536, 0,905]$ ,  $[0,913, 1,627]$ ,
- po nieznacznym przesunięciu (dla czytelności interpretacji) granic tych przedziałów wyodrębniono cztery klasy dynamiki innowacyjności, w zależności od wartości współczynnika kierunkowego trendu ( $b_i$ ) określone umownie jako: (1) –  $<0$  : spadek, (2) –  $[0, 0,5]$ : stabilizacja, (3) –  $(0,5, 1,0]$ : umiarkowany wzrost, (4) –  $>1$  : wysoka dynamika.



Rys. 2. Dendrogram z metody Warda – poszukiwanie optymalnego podziału na klasy  
Źródło: opracowanie własne.

Przy podziale na klasy widoczna jest bardzo wyraźna zależność pomiędzy średnim poziomem innowacyjności a jej dynamiką w analizowanym okresie. Kolejne klasy charakteryzowała rosnąca dynamika WI, natomiast wartość średnia wskaźnika innowacyjności w klasach była malejąca (rys. 3). Oznacza to, że najszybciej rozwijały innowacyjność regiony najsłabsze, wskazując na konwergencję w zakresie innowacyjności. Jest to jeden z priorytetów strategicznych UE.



Rys. 3. Wykres pudełkowy średniego poziomu WI w klasach dynamiki innowacyjności  
Źródło: opracowanie własne.

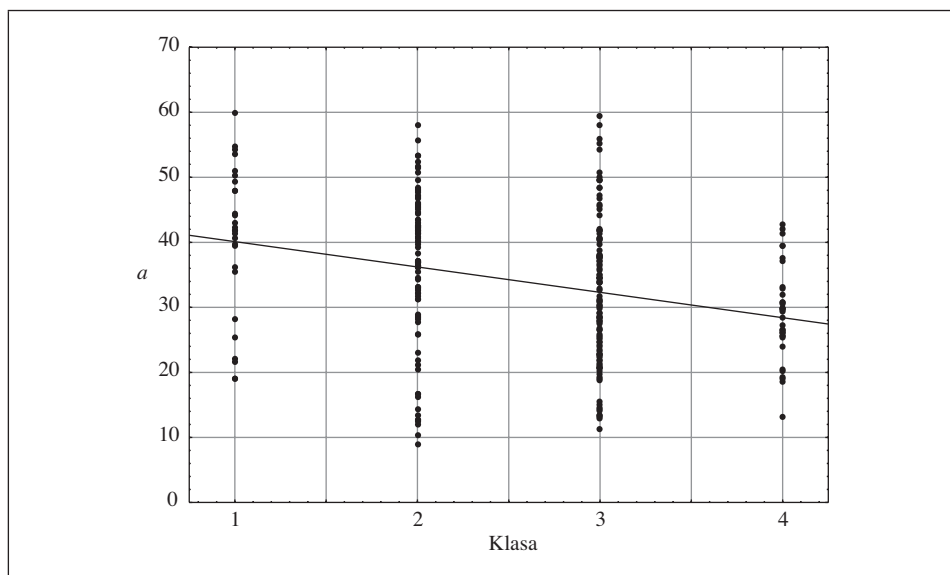
Ta tendencja jest wyraźna tylko w odniesieniu do średnich, bowiem skrajne wartości średnich poziomów wskaźnika innowacyjności w poszczególnych klasach regionów wydzielonych ze względu na dynamikę innowacyjności nie wykazują już tak wyraźnych prawidłowości (tabela 4 i rys. 4).

Tabela 4. Podstawowe charakterystyki klas

Klasa	Wartości średnie	Liczba regionów	Odchylenie standardowe	Minimum	Maksimum
1	40,5	27	11,5	19,0	59,9
2	36,2	89	11,7	8,9	58,1
3	32,0	114	11,1	11,3	59,3
4	39,1	35	7,1	13,1	42,8

Źródło: opracowanie własne.

W najmniej licznej klasie pierwszej (spadek WI w latach 1999–2008) wśród 27 regionów dominują regiony brytyjskie, których jest w tej klasie aż 13 oraz 5 z 8 szwedzkich i 4 z 6 bułgarskich (por. tabela 5 i rys. 5).



Rys. 4. Średnie wartości wskaźnika innowacyjności ( $a_i$ ) w klasach

Źródło: opracowanie własne.

W klasie drugiej (stabilizacja) zawierającej 89 z analizowanych unijnych regionów szczebla NUTS 2 jest 20 brytyjskich (ponad 54% z wszystkich regionów tego kraju), niemal wszystkie belgijskie (10 z 11), połowa niderlandzkich (6 z 12), 5 węgierskich (na 7) i 6 rumuńskich (na 8). W najbardziej licznej klasie trzeciej (umiarkowany wzrost) znalazły się m.in. regiony niemieckie (19), francuskie (14), włoskie i polskie (po 12), hiszpańskie (10), austriackie (6) i wszystkie z Czech oraz z Finlandii. Natomiast klasa czwarta zawiera niemal po 1/4 regiony hiszpańskie i włoskie, które stanowią 17 z 35 regionów w tej klasie. Udział procentowy regionów z UE-15 i UE-12 w każdej klasie przedstawia się odpowiednio: klasa 1 (10,0% i 10,7%), klasa 2 (34,0% i 32,1%), klasa 3 (43,1% i 42,9%) oraz klasa 4 (12,9% i 14,3%) (por. ostatnie trzy wiersze w tabeli 5).

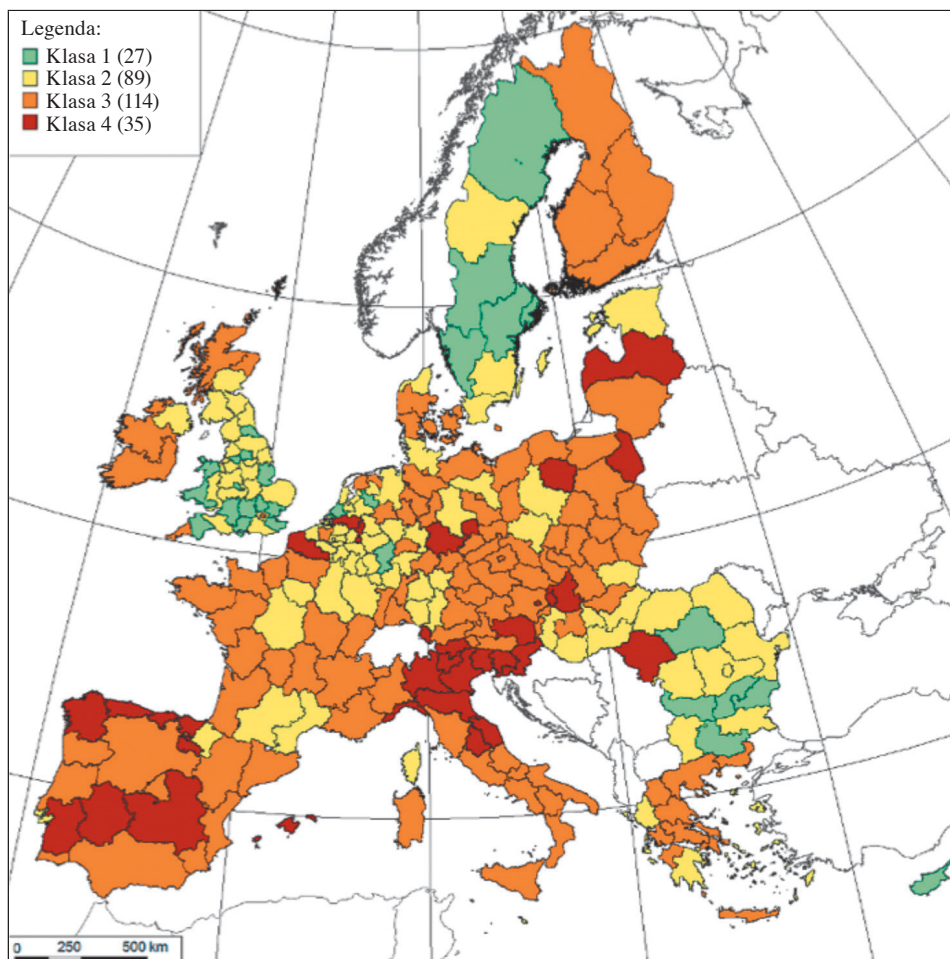
Obserwacja mapy ilustrującej terytorialne rozmieszczenie regionów w klasach dynamiki innowacyjności (rys. 5) pozwala na stwierdzenie, że szczególnie regiony północnej części zjednoczonej Europy (Wielka Brytania i Szwecja) charakteryzuje stabilizacja lub wręcz spadek.

Jest znamienne, że regiony o wysokim tempie zmian innowacyjności skupione są zwłaszcza w północnych Włoszech i Hiszpanii.

Tabela 5. Wyniki klasyfikacji – liczba regionów z krajów UE w klasach

Kraj	Liczba regionów	Klasa			
		1	2	3	4
Austria	9	–	–	6	3
Belgia	11	–	10	1	–
Niemcy	39	1	16	19	3
Dania	5	–	1	4	–
Hiszpania	19	–	1	10	8
Finlandia	5	–	–	5	–
Francja	22	–	7	14	1
Grecja	13	–	5	8	–
Irlandia	2	–	–	2	–
Włochy	21	–	–	12	9
Luksemburg	1	–	1	–	–
Niderlandy	12	2	6	2	2
Portugalia	5	–	1	3	1
Szwecja	8	5	3	–	–
Wielka Brytania	37	13	20	4	–
Bułgaria	6	4	2	–	–
Cypr	1	1	–	–	–
Czechy	8	–	–	8	–
Estonia	1	–	1	–	–
Węgry	7	–	5	2	–
Litwa	1	–	–	1	–
Łotwa	1	–	–	–	1
Malta	1	–	1	–	–
Polska	16	–	2	12	2
Rumunia	8	1	6	–	1
Słowenia	2	–	–	–	2
Słowacja	4	–	1	1	2
UE-27	265	27	89	114	35
UE-15	209	21	71	90	27
UE-12	56	6	18	24	8

Źródło: opracowanie własne.



Rys. 5. Terytorialne rozmieszczenie regionów według klas dynamiki innowacyjności  
 Źródło: opracowanie własne.

#### 4.4. Dynamika innowacyjności w stolicach europejskich i w województwach Polski

W tej części pracy oceniono przypisanie do klas regionów stołecznych i zawierających stolice oraz polskich województw. W przypadku regionów stołecznych i zawierających stolicę zwraca uwagę zwłaszcza to, że wśród 28 unijnych regionów i zawierających stolicę jedynie Sztokholm (ale przy niezwykle wysokiej wartości średniej wskaźnika WI) oraz Cypr znalazły się w klasie regionów o spadkowej tendencji w zakresie innowacyjności (tabela 6).



Tabela 6. Regiony stołeczne i zawierające stolicę – przypisanie do klas

Kraj	Chronologia rozszerzeń UE-15/UE-12	Region stołeczny lub zawierający stolicę	Średnia wartość WI	Parametr <i>b</i>	Klasa
SE	UE-15 (przed 2004 r.)	Stockholm	59,91	-0,544	1
BE		Région de Bruxelles-Capitale	47,15	0,237	2
FR		Île de France	32,30	0,488	
LU		Luxembourg	31,33	0,046	
NL		Noord-Holland	36,51	0,056	
PT		Lisboa	12,72	0,204	
UK		Outer London	47,92	0,197	
DE		Berlin	49,69	0,812	3
DK		Hovedstaden	59,32	0,960	
ES		Comunidad de Madrid	39,60	0,549	
FI		Etelä-Suomi	54,29	0,572	
GR		Αττική / Attiki	27,68	0,602	
IE		Southern and Eastern	37,54	0,633	
IT		Lazio	25,78	0,964	
UK		Inner London	57,98	0,514	
AT		Wien	30,88	1,377	4
CY	UE-12 (rozszerzenie 2004 i 2007)	Κύπρος / Kibris	28,10	-0,431	1
RO		București – Ilfov	28,51	0,439	2
BG		Югозападен / Yugozapaden	28,62	0,188	
EE		Eesti	32,13	0,320	
HU		Közép-Magyarország	28,84	0,247	
MT		Malta	36,10	0,296	3
CZ		Praha	40,75	0,647	
LT		Lietuva/Litwa	36,43	0,648	
PL		Mazowieckie	26,56	0,913	4
LV		Latvija/Łotwa	32,90	1,112	
SI		Zahodna Slovenija	37,58	1,339	
SK		Bratislavský kraj	39,57	1,298	

Źródło: opracowanie własne.

Z pozostałych regionów stołecznych lub zawierających stolicę 43% znajduje się w klasie drugiej (stabilizacja dotyczy sześciu regionów z UE-15 i tyle samo z UE-12), połowa z regionów UE-15 jest w klasie trzeciej (umiarkowany wzrost). W klasie trzeciej jest też z regionów UE-12 Mazowieckie i Praga oraz Litwa.

Jedynie Wiedeń z regionów UE-15 jest w klasie czwartej (wysoka dynamika), podczas gdy z regionów UE-12 w klasie tej są Łotwa oraz Zahodna Slovenija i Bratislavský kraj.

Wśród polskich regionów większość znalazła się w klasie trzeciej, tj. klasie o umiarkowanym wzroście wskaźnika innowacyjności w czasie (tabela 7). W klasie tej najniższą wartością średnią WI charakteryzowały się warmińsko-mazurskie i pomorskie. Do klasy czwartej (wysoka dynamika wskaźnika innowacyjności) przyporządkowane zostały dwa regiony: podlaski i kujawsko-pomorski.

Tabela 7. Regiony polskie – klasy dynamiki innowacyjności

Region	Średnia wartość WI	Parametr $b$	Klasa
Dolnośląskie	21,76	0,206	2
Wielkopolskie	21,24	0,462	
Opolskie	18,94	0,553	3
Lubelskie	18,70	0,602	
Łódzkie	23,37	0,617	
Warmińsko-mazurskie	13,14	0,626	
Małopolskie	21,07	0,633	
Lubuskie	24,25	0,639	
Świętokrzyskie	22,87	0,715	
Pomorskie	14,47	0,720	
Śląskie	21,83	0,784	
Zachodniopomorskie	28,02	0,905	
Mazowieckie	26,56	0,913	
Podkarpackie	20,59	0,973	
Kujawsko-pomorskie	28,34	1,052	4
Podlaskie	25,73	1,150	

Źródło: opracowanie własne.

Zdecydowanie najniższą dynamikę WI odnotowano dla dolnośląskiego, który to region wraz z wielkopolskim zaliczony został do klasy drugiej (stabilizacja).

## 5. Podsumowanie

Innowacyjność jest istotnym elementem założeń i celów zapisanych w strategii UE na kolejne lata, tj. *Europe 2020. A Strategy for Smart and Sustainable Development Fostering Social Inclusion*. Ważny szczebel działań na rzecz poprawy

osiągnięć w tym zakresie oraz oceny innowacyjności stanowi poziom regionalny. Jednak zmieniające się listy wskaźników wykorzystywanych w UE do oceny innowacyjności regionów uniemożliwiają wykorzystanie tych propozycji do analiz dynamicznych. Podobnie zmieniające się w każdym kolejnym RIS zestawy regionów nie sprzyjają analizom porównawczym w czasie.

Z przedstawionych danych wynika, że w wielu regionach w latach 1999–2008 odnotowano spadek wartości cech wybranych do oceny innowacyjności (np. dla 184 ze względu na EPO, czy dla 193 w przypadku HIT). Charakterystyczne jest (w przypadku analizowanych cech) utrwalenie się pozycji wielu tych samych regionów w pierwszej i ostatniej dziesiątce, co wskazuje na umacnianie się europejskich regionów na pozycjach zarówno liderów, jak i outsiderów w zakresie innowacyjności.

Z przeprowadzonych w pracy obliczeń wynika, że istnieje związek między średnią wartością wskaźnika innowacyjności a tempem jego zmian (współczynnik korelacji  $-0,276$ ,  $p < 0,000$  istotny przy 265 obserwacjach), co widoczne jest także w ustalonych klasach dynamiki innowacyjności – kolejne klasy charakteryzowała rosnąca dynamika WI, przy obniżającej się jego średniej wartości.

## Literatura

- Europe 2020. A Strategy for Smart and Sustainable Development Fostering Social Inclusion* [2010], Communication from the European Commission, COM(2010) 2020, final version, Brussels.
- European Innovation Scoreboard 2002: EU Regions* [2002], Technical Paper No 3, European Commission, Luxembourg.
- European Innovation Scoreboard 2003: Indicators and Definitions* [2003a], Technical Paper No 1, European Commission, Luxembourg.
- European Innovation Scoreboard 2003: Regional Innovation Performances* [2003b], Technical Paper No 3, European Commission, Luxembourg.
- Handbook on Constructing Composite Indicators* [2008], OECD, Paris.
- Hollanders H. [2006], *European Regional Innovation Scoreboard (2006 RIS)*, European Commission, Luxembourg.
- Hollanders H. et al. [2012], *Regional Innovation Scoreboard 2012. Methodology Report*, European Commission, Luxembourg.
- Hollanders H., Léon L.R., Roman L. [2012], *Regional Innovation Scoreboard 2012*, European Commission, Luxembourg.
- Hollanders H., Tarantola S., Loschky A. [2009a], *Regional Innovation Scoreboard 2009, Methodology Report*, Pro Inno Europe UNU-Metrics, Maastricht.
- Hollanders H., Tarantola S., Loschky A. [2009b], *Regional Innovation Scoreboard (RIS) 2009*, European Commission, Luxembourg.
- Kukuła K. [2000], *Metoda unitaryzacji zerowanej*, Biblioteka Ekonometryczna, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.

- Markowska M. [2012], *Dynamiczna taksonomia innowacyjności regionów*, Monografie i Opracowania, nr 221, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław.
- Markowska M., Strahl D. [2006], *Przegląd koncepcji pomiaru regionalnej innowacyjności w unijnej statystyce*, Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, nr 1142, Wrocław.
- Regions in the European Union. Nomenclature of Territorial Unit for Statistics NUTS 2006/EU-27* [2007], Series: Methodologies and Working Papers, European Commission, Luxembourg.

### **Innovation Dynamics of EU Regions in the Period 1999–2008**

The study presents approaches to measuring regional innovation and the selection of characteristics facilitating the illustration of this phenomenon at the NUTS 2 level in the EU following dynamic analysis. The research procedure is described, allowing for the classification to be used in the assessment of innovation dynamics. Based on this classification, the results were characterised with a particular emphasis on the territorial distribution of the classes of regions and assigning Polish and capital regions to the obtained classes of innovation dynamics.

**Keywords:** innovation of regions, innovation dynamics, classification, NUTS 2.

*Adam Sagan*

Katedra Analizy Rynku i Badań Marketingowych  
Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie

# Zastosowanie programu Mplus w modelowaniu ukrytych przejść w segmentacji rynku

## Streszczenie

W artykule omówiono zastosowanie modeli ukrytych przejść w segmentacji dynamicznej rynku. Modele te są uogólnieniem modeli klas ukrytych uwzględniających dynamiczny charakter danych. Pozwalają one na identyfikację ukrytych segmentów rynku, ocenę prawdopodobieństw warunkowych związanych z profilem ukrytych segmentów oraz prawdopodobieństw przejść w ramach klas (statusów) ukrytych w czasie. Model LTA został zastosowany do oceny segmentów dynamicznych w trzech falach analiz wyodrębnionych na podstawie wskaźników statusu ekonomicznego w danych z Polskiego Generalnego Sondażu Społecznego.

**Słowa kluczowe:** model ukrytych przejść, ukryte łańcuchy Markova, segmentacja rynku, Mplus.

## 1. Wprowadzenie

We współczesnych badaniach marketingowych, szczególnie w orientacji relacyjnej w marketingu, istotnym zagadnieniem staje się analiza zmiany w zachowaniach konsumentów. Jest to związane z oceną wartości dla konsumenta, wartości życiowej klienta, zmian w kształtowaniu zależności między zadowoleniem a lojalnością. Analizy dynamicznych aspektów zachowań rynkowych są również istotnym obszarem badań segmentacyjnych. W świetle zmieniających się

warunków otoczenia, identyfikacja i ocena segmentów rynku musi uwzględniać zarówno statyczny aspekt segmentacji, jak i zmiany w strukturze segmentów w czasie i czynniki je wyjaśniające. Czynniki te powodują, że tradycyjne podejścia w badaniach segmentacyjnych, takie jak analiza skupień czy analiza klas ukrytych, są uzupełniane o metody pozwalające na identyfikację zmian w strukturze wyodrębnianych segmentów w czasie.

Celem artykułu jest przedstawienie modelu ukrytych przejść (*latent transition model*) i jego zastosowań w badaniach segmentacyjnych na podstawie danych Polskiego Generalnego Sondażu Społecznego (PGSS). Jest ona mało znana w polskiej literaturze marketingowej, a w szczególności pracach dotyczących badań segmentacyjnych. Dodatkowo przedstawiona jest procedura estymacji i interpretacji parametrów za pomocą programu służącego do modelowania zmiennych ukrytych Mplus.

## 2. Modele ukrytych przejść w badaniach segmentacyjnych

W badaniach segmentacyjnych pozwalających na wyodrębnienie wewnętrznie spójnych grup nabywców różniących się między sobą wzorcami reakcji na oferty marketingowe firm można wyodrębnić kilka podstawowych wymiarów. Pierwszy odnosi się do sposobu wyodrębnienia kryteriów segmentacji, który dzieli je na kryteria *a priori* pozwalające na określenie konfiguracji zmiennych segmentacyjnych przed dokonywaniem klasyfikacji badanych (np. wg płci lub wieku) oraz *post hoc*, w których jest ona możliwa dopiero po przeprowadzeniu redukcji danych i oceny wymiarowości (np. postawy i wartości). Drugi wymiar odnosi się do charakteru kryteriów, które mogą być wyodrębniane na podstawie cech nabywców (np. wartości osobowe, wiek czy płeć) lub ich reakcji na instrumenty marketingowe oraz cechy produktu (np. częstość zakupu, preferencje lub postawy wobec marki). W wymiarze metodologicznym w badaniach segmentacyjnych są wykorzystywane metody opisowe (analiza skupień, analiza klas ukrytych czy analiza głównych składowych) lub predykcyjne (drzewa klasyfikacyjne, modele logitowe lub regresja czynnikowa). Stosowane są podejścia eksploracyjne (analiza skupień) lub modelowe (analiza klas ukrytych). Segmentacja jest dokonywana w sposób statyczny (analiza skupień i klas ukrytych) lub dynamiczny (modele krzywych rozwojowych, modele ukrytych przejść) [Wedel i Kamakura 2000, s. 17].

Modele ukrytych przejść w segmentacji rynku są związane z modelowym podejściem dynamicznym, w którym segmenty rynku wyłonione na podstawie analizy klas ukrytych są łączone poprzez prawdopodobieństwa przejścia w ujęciu dynamicznym. Pozwala to na ocenę stabilności i zmiany w strukturze ukrytych segmentów rynku.

Zastosowanie tego podejścia w segmentacyjnych badaniach marketingowych jest związane z segmentacją sekwencyjną wzorów poszukiwania informacji w sieci [Dias i Vermunt 2007], w której zastosowano ukryte łańcuchy Markova (*latent segment Markov chain model*) w celu dynamicznej segmentacji internautów, uwzględniającej zarówno niejednorodność populacji, jak i sekwencyjną zależność strategii poszukiwania informacji. Modele te pozwalają również na segmentację konsumentów z punktu widzenia wielkości efektów przestawienia i przesunięcia preferencji (*brand shifting/switching effects*) w badaniach panelowych [Poulsen 1990] i ewolucji struktury preferencji w czasie [Ramaswamy 1996]. Dynamiczna segmentacja jest jednak o wiele słabiej wykorzystywana w porównaniu z klasyczną segmentacją z wykorzystaniem analizy skupień lub klas ukrytych.

### 3. Model ukrytych przejść

Analiza ukrytych przejść należy do rodziny modeli klas ukrytych (*latent class analysis*), które wraz z modelami ukrytych profili należą do ogólnego typu modeli skończonych mieszanek (*finite mixture models*). Cechą charakterystyczną tych modeli jest próba identyfikacji klas ukrytych (dyskretnych zmiennych ukrytych) na podstawie kategoryalnych (np. binarnych) wskaźników. Podstawową zasadą identyfikacji klas ukrytych jest założenie lokalnej niezależności wskaźników, zgodnie z którym zależność między wskaźnikami wynika z ich związku z ukrytą zmienną. Po wprowadzeniu takiej zmiennej do modelu (jako zmiennej kontrolnej) występuje, dla jej ustalonych wartości lub klas, niezależność wskaźników – są one w stosunku do siebie lokalnie niezależne. Do podstawowych parametrów w modelach klas ukrytych należy prawdopodobieństwo klas ukrytych oraz prawdopodobieństwo warunkowe przynależności określonych przypadków do kategorii zmiennych obserwowalnych. Pierwsze z nich przedstawia rozkład klas zmiennej ukrytych, dla których występuje niezależność wskaźników. Rozkład ten jest funkcją liczby klas i ich wielkości. Prawdopodobieństwo warunkowe natomiast jest prawdopodobieństwem, z jakim dana jednostka należąca do klasy  $C$  zmiennej ukrytej  $L$  zostanie przyporządkowana do określonej kategorii zmiennej wskaźnikowej  $Y_k$ .

Analiza ukrytych przejść jest odmianą analizy klas ukrytych związaną z badaniem klas ukrytych w czasie. Stanowi ona rodzaj modeli mieszanych dla danych wzdłużnych, które w literaturze ekonometrycznej i marketingowej są również znane jako modele ukrytych łańcuchów Markova (*hidden Markov modeling*) [Everitt 2006, Frazer 2011]<sup>1</sup>. Dla dwóch okresów i braku restrykcji nałożonych

---

<sup>1</sup> Dynamiczna wersja modeli regresji i modeli ścieżkowych jest związana z analizą ukrytych krzywych rozwojowych (*latent growth curves*).

na parametry modelu modele te są tożsame z modelem dwóch klas ukrytych dla powtarzanych pomiarów (*Repeated Measures LCA* – RMLCA), który jest właściwy dla analiz uwzględniających identyfikację klas charakteryzujących się swoistymi wzorcami zmian w poszczególnych badanych okresach. W modelach LTA klasyczne analizy klas ukrytych w poszczególnych okresach stanowią punkt wyjścia do budowy modelu LTA. Należy jednak podkreślić, że struktura klas i prawdopodobieństwa odpowiedzi mogą się istotnie różnić między modelami z powodu innej struktury danych i uwzględnienia dużej ilości informacji w modelach LTA (w porównaniu z LCA).

Analiza ukrytych przejść jest częściej wykorzystywana w celu oceny prawdopodobieństw przejść między klasami ukrytymi w kolejnych momentach. Stąd w przypadku, gdy zmiany charakteryzują się nielicznymi specyficznymi wzorami profili, RMLCA oferuje rozwiązania o mniejszej liczbie parametrów z LCA. W sytuacji wystąpienia przejść między parami klas ukrytych i spełnienia założenia procesu Markova I rzędu, model LTA jest modelem bardziej „oszczędny” w porównaniu z RMLCA. Pozwala on nie tylko na opis rozkładu przynależności do klas ukrytych, lecz także na ocenę prawdopodobieństw przejść z danej klasy do innej w czasie oraz wyjaśnienie tych prawdopodobieństw. Metodę LTA stosuje się w celu wyjaśnienia nie tylko struktury badanej populacji w danym momencie, ale również przejść różnych jednostek przynależących do różnych klas ukrytych. Podkreślając dynamiczny charakter klas ukrytych, są one z reguły nazywane ukrytymi statusami (*latent statuses*) [Collins i Lanza 2010].

Modele LTA są zazwyczaj identyfikowane dla bardzo dużych tabeli kontyngencji, ponieważ rozmiar w tabeli wynika z uwzględnienia wielu okresów pomiaru. Warunkiem koniecznym identyfikacji jest dodatnia liczba stopni swobody (*s.s.*), która jest różnicą między liczbą komórek tabeli kontyngencji ( $W$ ) a liczbą szacowanych parametrów modelu ( $s.s. = W - P - 1$ ). Zazwyczaj tabele danych w modelach klas ukrytych i ukrytych przejść są dość dużych rozmiarów. Dla przykładu: w przypadku czterech dwukategorialnych zmiennych występuje  $2^4 = 16$  komórek tabeli dla analizy klas ukrytych. W modelu ukrytych przejść z trzema czasami pomiaru rozmiar tej samej tabeli wynosi już  $W = 2^3 \times 4 = 2^{12} = 4,096$  komórek. Uwzględnianie kolejnych fal pomiaru powoduje wykładniczy wzrost rozmiarów tabeli danych. Stąd warunek konieczny identyfikacji modelu LTA wynikający z liczby stopni swobody jest zwykle spełniany. Drugim czynnikiem kształtującym identyfikację modelu jest liczebność próby ( $N$ ) w relacji do liczby komórek ( $W$ ) i związane z nią rozproszenie danych w tabeli. Wykładniczy wzrost liczby danych w stosunku do złożoności modelu powoduje, że modele LTA w celu otrzymania stabilnych oszacowań parametrów wymagają względnie dużych prób w procesie estymacji. Stopień rozproszenia jest mierzony stosunkiem liczebności próby do rozmiaru tabeli ( $N/W$ ) i nie powinien być mniejszy od 5.



Ostatnim warunkiem identyfikacji jest „informacyjność” analizy określanej przez siłę relacji między zmienną ukrytą a jej wskaźnikami. Ilość informacji zawartych w danych jest związana z wielkością prawdopodobieństw warunkowych dla poprawnie specyfikowanego modelu, które są efektem homogeniczności wskaźników i odpowiedniej separacji klas ukrytych.

Ocena absolutnego dopasowania modelu jest dokonywana na podstawie statystyki  $G^2$  [Collins i Lanza 2010, s. 83]:

$$G^2 = 2 \sum_{w=1}^W f_w \log\left(\frac{f_w}{f_e}\right), \quad (1)$$

gdzie  $f_w$  oznacza liczebności empiryczne, a  $f_e$  – liczebności oczekiwane.

Należy podkreślić, że występująca duża liczba stopni swobody i rozproszenie tabeli powoduje bardzo wysokie prawdopodobieństwo odrzucenia modelu i tym samym niewielką użyteczność tego testu.

Względne dopasowanie modelu LTA jest dokonywane na podstawie wartości ilorazu wiarygodności i informacyjnych wskaźników dopasowania. Pozwalają na bardziej optymalne określenie równowagi między dopasowaniem a prostotą analizowanego modelu. W modelach przejścia szacowane są trzy zestawy parametrów, z których dwa mają bezpośrednie odpowiedniki w analizie klas ukrytych: 1) prawdopodobieństwa odpowiedzi dla każdego okresu, 2) liczby przypadków w statusach ukrytych oraz 3) prawdopodobieństwa przejść między statusami [Guo *et al.* 2009].

Prawdopodobieństwa przynależności do ukrytych statusów (*latent status prevalences*) pełnią taką samą rolę, jak w analizie klas ukrytych. Określają one prawdopodobieństwa przynależności do statusu w danym czasie. Prawdopodobieństwo w czasie  $t_1$  jest szacowane niezależnie, natomiast w pozostałych okresach są estymowane na podstawie prawdopodobieństw przynależności do ukrytych klas w poprzednim okresie ( $\delta_{t-1}$ ) oraz warunkowych prawdopodobieństw przejść ( $\tau_{S_t|S_{t-1}}$ ) [Collins i Lanza 2010, s. 199]:

$$\delta_{S_t} = \sum_{S_{t-1}=1}^S \delta_{S_{t-1}} \tau_{S_t|S_{t-1}}. \quad (2)$$

Prawdopodobieństwa odpowiedzi na kategorie dla danego okresu (*item-response probabilities*) pozwalają na nazwanie ukrytych statusów. Stanowią warunkowe prawdopodobieństwa odpowiedzi na kategorie przy założeniu przynależności do określonego statusu (klasy ukrytej w czasie).

Prawdopodobieństwa przejść (*transition probabilities*) nie mają odpowiednika w analizie klas ukrytych i stanowią podstawowy typ informacji w modelach LTA. Są to warunkowe prawdopodobieństwa zmiany ukrytego statusu w czasie  $t$  przy założeniu przynależności do statusu w czasie  $t - 1$ . Wartości na głównej

przekątnej określają prawdopodobieństwo pozostanie w tej samej klasie ukrytej pod warunkiem przynależności do tej klasy w okresie poprzednim. Prawdopodobieństwa te są najczęściej wyrażone w postaci macierzy przejść [Collins i Lanza 2010, s. 198]:

$$\begin{array}{cccc} \tau_{1_{t+1}|1_t} & \tau_{2_{t+1}|1_t} & \dots & \tau_{S_{t+1}|1_t} \\ \tau_{1_{t+1}|2_t} & \tau_{2_{t+1}|2_t} & \dots & \tau_{S_{t+1}|2_t} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \tau_{1_{t+1}|S_t} & \tau_{2_{t+1}|S_t} & \dots & \tau_{S_{t+1}|S_t} \end{array} \quad (3)$$

Należy ostrożnie interpretować te prawdopodobieństwa, uwzględniając ilość czasu, jaki upłynął między pomiarami jego wpływ na wskaźniki zmiennych ukrytych.

Podstawowy model ukrytych przejść wyjaśnia dany profil odpowiedzi na pytania wskaźnikowe jako funkcję prawdopodobieństwa przynależności do ukrytego statusu w danym czasie, prawdopodobieństwa przejścia z jednego statusu do drugiego (uwzględniając przynależność do określonej klasy w czasie) oraz prawdopodobieństwa odpowiedzi na poszczególną kategorię wskaźnika przy założeniu przynależności do określonego statusu ukrytego. Jest to wyrażone za pomocą wzoru [Collins i Lanza 2010, s. 198]:

$$P(Y=y) = \sum_{s_1=1}^S \dots \sum_{S_T=1}^S \delta_{s_1} \tau_{s_2|s_1} \dots \tau_{S_T|S_{T-1}} \prod_{t=1}^T \prod_{j=1}^J \prod_{r_{j,t}=1}^{R_j} \rho_{j,r_{j,t}|S_t}^{I(y_{j,t}=r_{j,t})} \quad (4)$$

Interpretacja modelu jest związana z oceną interwału pomiaru, charakteru wskaźników (typ pytań kwestionariuszowych, słownictwo itp.) Szczególne znaczenie dla interpretacji parametrów ma czas i interwał obserwacji. W przypadku długich przerw między okresami pomiaru i jednocześnie silnych i zmiennych przejść między statusami można domniemywać występowanie braków danych w okresach pomiaru lub istnienie istotnych czynników moderujących prawdopodobieństwa przejścia.

W budowie modeli LTA z wykorzystaniem jakościowych wskaźników zmiennych ukrytych występuje problem inwariancji pomiaru. Przyjmuje się założenie o niezmienniczości narzędzia pomiarowego w czasie (*measurement invariance*). Założenie to prowadzi do budowy modeli LTA z ograniczonymi parametrami odpowiadania na pozycje wynikającymi z przyjęcia równości wartości prawdopodobieństw odpowiedzi na poszczególne pozycje w czasie. Ograniczenie to powoduje łatwiejszą interpretację modelu oraz możliwość porównywalnej interpretacji znaczenia ukrytych statusów w czasie i tym samym jednoznaczną interpretację prawdopodobieństw klas ukrytych (samo znaczenie ukrytych statusów jest takie same w poszczególnych falach badania). Również interpretacja prawdopodobieństw przejść jest taka sama dla kolejnych okresów pomiaru. W sytuacji braku

inwariancji pomiarowej interpretacja prawdopodobieństw przejścia musiałaby uwzględniać zmianę w czasie również i samych znaczeń ukrytych statusów identyfikowanych na podstawie warunkowych prawdopodobieństw odpowiadania na poszczególne wskaźniki tych statusów. Model ograniczony (z dużo mniejszą liczbą parametrów) pozwala również na uzyskanie bardziej stabilnych oszacowań parametrów i zmniejsza prawdopodobieństwo braku identyfikacji i uzyskania osobliwych rozwiązań [Chung i Walls 2007].

#### 4. Estymacja modelu LTA w programie Mplus

Ilustracją modelu LTA jest model ukrytych przejść zbudowany na podstawie danych z Polskiego Generalnego Sondażu Społecznego z lat 1995–2008. Baza danych obejmuje 10 fal badań w latach 1992–2008 obejmujących w sumie 16 234 respondentów i 975 zmiennych obejmujących ocenę problemów społecznych i ekonomicznych przez dorosłych mieszkańców Polski. Z bazy danych wyodrębnione zostały cztery pytania wskaźnikowe dotyczące kondycji ekonomicznej obejmujące:

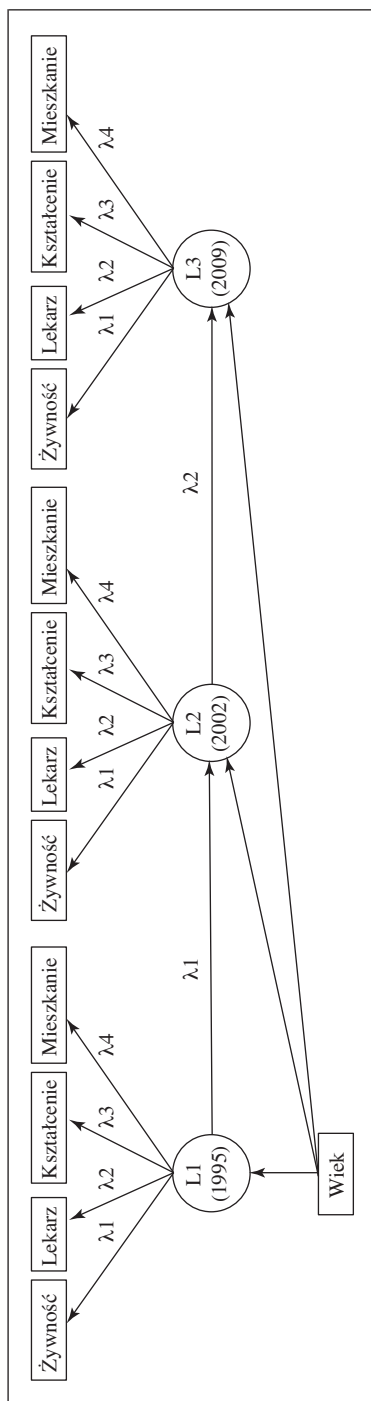
- brak pieniędzy na żywność i ubranie (zmienna „żywność”),
- brak pieniędzy na lekarza (zmienna „lekarz”),
- brak pieniędzy na kształcenie (zmienna „kształcenie”),
- brak pieniędzy na świadczenia mieszkaniowe (zmienna „mieszkanie”).

Dla wszystkich pytań występowały binarne kategorie odpowiedzi („tak” – „nie”)<sup>2</sup>.

Ponieważ PGSS ma postać powtarzanych sondaży prowadzonych na próbach niezależnych, w celu uzyskania efektu pomiaru panelowego dokonano w pierwszym etapie agregacji przypadków w mikrosegmenty *a priori*. Jako kryterium mikrosegmentacji przyjęto następujące zmienne: 1) płeć, 2) wiek (w latach), 3) liczba osób w gospodarstwie domowym, 4) miejsce zamieszkania. Czynniki te kształtują profile gospodarstw domowych w Polsce. Krzyżując powyższe kombinacje cech społeczno-demograficznych, uzyskano 4981 mikrosegmentów (pozostałe stanowiły segmenty puste). Uwzględniając zmienne opisujące segmenty, można (w uproszczeniu) przyjąć, że stanowią one reprezentację gospodarstw domowych w Polsce. Dane z 10 fal badań zostały przekodowane na trzy fale: 1) dane 1992–1995, 2) dane 1997–2002 i 3) dane 2005–2009. Porównując wzorce odpowiedzi na powyższe cztery pytania, wśród 4981 jednostek analizy uzyskano możliwość porównania fal badań w ujęciu panelowym (porównanie wzorców odpowiedzi wśród tych samych mikrosegmentów).

---

<sup>2</sup> Dane można pobrać ze strony Polskiego Generalnego Sondażu Społecznego: <http://pgss.iss.uw.edu.pl/>.



Rys. 1. Model ukrytych przejść z ograniczonymi parametrami

Źródło: opracowanie własne.

W estymacji modelu wykorzystana została metoda odporna największej wiarygodności (*robust maximum likelihood*) z parametryzacją probabilistyczną (zamiast logitowej). Pozwala ona na bezpośrednie szacowanie prawdopodobieństw przejść<sup>3</sup>.

Model ukrytych przejść z kowariantą jest zaprezentowany na rys. 1. W modelu tym prawdopodobieństwa przejść są wyjaśniane za pomocą zmiennej wiek „głowy rodziny”. Rys. 1 przedstawia układ trzech kategoryalnych zmiennych ukrytych (L1–L3). Każda ze zmiennych ukrytych składa się z trzech klas ukrytych<sup>4</sup>. Daje to w sumie  $3 \times 3 \times 3 = 27$  różnych kombinacji zmiennych i klas w przekroju fal pomiaru. Zakładając inwariancję pomiaru, model ten został estymowany z ograniczonymi parametrami zakładającymi takie samo znaczenie klas ukrytych w przekroju poszczególnych fal badania. Wskaźniki dopasowania modelu przedstawione są w tabeli 1.

Tabela 1. Wskaźniki dopasowania modelu

Wskaźnik	Wartość
Liczba wolnych parametrów	34
Czynnik skalujący	0,9615
Kryterium Akaike	40911,217
Kryterium Bayesowskie	41132,632
Statystyka chi-kwadrat dla wskaźników kategoryalnych	4146,287, (s.s. = 4048, poziom $p = 0,1376$ )

Źródło: opracowanie własne na podstawie obliczeń w programie Mplus 7.

Wskaźniki sugerują również odpowiednie dopasowanie modelu. Liczebności klas i względne proporcje ukrytych statusów dla poszczególnych zmiennych ukrytych w tym modelu przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Wzory ukrytych klas (statusów)

Wzór klasy ukrytej	Liczebność oszacowana	Frakcja
1 1 1	1415,8	0,28
1 1 2	727,3	0,14

<sup>3</sup> W parametryzacji logitowej prawdopodobieństwa przejść są obliczane na podstawie estymowanych szans.

<sup>4</sup> Liczba ukrytych statusów została wyodrębniona na podstawie wielu modeli klasycznej analizy klas ukrytych, z których jako najlepszy model wybrano model o optymalnej relacji między dopasowaniem (entropią) a prostotą (oszczędnością). Syntetycznymi wskaźnikami informacyjnymi, które wykorzystano przy wyborze modelu były wskaźniki informacyjne Akaike (AIC) oraz bayesowskie kryterium informacyjne (BIC).

cd. tabeli 2

Wzór klasy ukrytej	Liczebność oszacowana	Fracja
1 1 3	249,2	0,05
1 2 1	0,0	0,00
1 2 2	17,5	0,00
1 2 3	258,1	0,05
1 3 1	0,0	0,00
1 3 2	602,7	0,12
1 3 3	155,5	0,03
2 1 1	149,2	0,02
2 1 2	0,0	0,00
2 1 3	0,0	0,00
2 2 1	0,0	0,00
2 2 2	171,0	0,03
2 2 3	95,0	0,01
2 3 1	0,00	0,00
2 3 2	160,2	0,03
2 3 3	0,3	0,00
3 1 1	431,9	0,08
3 1 2	0,0	0,00
3 1 3	0,0	0,00
3 2 1	0,0	0,00
3 2 2	231,3	0,04
3 2 3	128,8	0,02
3 3 1	0,0	0,00
3 3 2	185,4	0,03
3 3 3	0,3	0,00

Źródło: opracowanie własne na podstawie obliczeń w programie Mplus 7.

Struktura liczebności wskazuje, że dominująca liczba przypadków należy do pierwszej klasy ukrytej w przekroju wszystkich trzech zmiennych ukrytych (1, 1, 1) oraz pierwszej klasy dla zmiennej L1 i L2 oraz drugiej klasy dla zmiennej L3 (1, 1, 2). W modelu tym występują już puste klasy ukryte (1, 2, 1). Liczebności i proporcje poszczególnych statusów ukrytych przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Proporcje ukrytych statusów

Zmienna ukryta	Status ukryty	Liczebność	Frakcja
C1	1	3426,56	0,688
	2	576,04	0,115
	3	978,39	0,196
C2	1	2973,66	0,597
	2	902,53	0,181
	3	1104,80	0,221
C3	1	1996,98	0,400
	2	2096,33	0,420
	3	887,68	0,178

Źródło: opracowanie własne na podstawie obliczeń w programie Mplus 7.

Z tabeli 3 wynika, że najliczniejszą grupę przypadków stanowią przedstawiciele pierwszych klas ukrytych w poszczególnych falach badań. Najmniej liczna jest trzecia klasa ukryta w przekroju zmiennych.

## 5. Profilowanie ukrytych statusów

Prawdopodobieństwa odpowiedzi dla poszczególnych kategorii w klasach ukrytych (z ograniczonymi parametrami) są podane poniżej (podano jedynie odpowiedzi „tak”).

Tabela 4. Profil pierwszej klasy ukrytej

Pierwsza klasa ukryta	Parametr	Błąd standardowy	Iloraz krytyczny	Poziom $p$
Żywność	0,038	0,003	12,129	0,00
Lekarz	0,010	0,003	3,460	0,00
Kształcenie	0,036	0,002	15,391	0,00
Mieszkanie	0,031	0,002	13,835	0,00

Źródło: opracowanie własne na podstawie obliczeń w programie Mplus 7.

Pierwszą klasę ukrytą stanowią przypadki nieujawniające braku pieniędzy na realizację podstawowych potrzeb życiowych. Są to gospodarstwa „zamożne”<sup>5</sup>.

<sup>5</sup> Etykiety klas ukrytych mają charakter względny. Brak problemów w zaspokajaniu podstawowych potrzeb życiowych (żywność, opieka zdrowotna, kształcenie i mieszkanie) nie jest wskaźnikiem zamożności społeczeństwa, a jedynie zachowywania *status quo*. Jednakże

Tabela 5. Profil drugiej klasy ukrytej

Druga klasa ukryta	Parametr	Błąd standardowy	Iloraz krytyczny	Poziom $p$
Żywność	0,027	0,006	4,973	0,00
Lekarz	0,322	0,011	30,053	0,00
Kształcenie	0,024	0,004	6,875	0,00
Mieszkanie	0,011	0,003	3,623	0,00

Źródło: opracowanie własne na podstawie obliczeń w programie Mplus 7.

Do drugiej klasy ukrytej należą przypadki, które wskazują na względnie zauważalne problemy finansowe w obszarze wydatków na leczenie. W pozostałych obszarach nie brakuje im pieniędzy na zaspokajanie potrzeb życiowych. Są to gospodarstwa „względnie zamożne”.

Tabela 6. Profil trzeciej klasy ukrytej

Trzecia klasa ukryta	Parametr	Błąd standardowy	Iloraz krytyczny	Poziom $p$
Żywność	0,916	0,009	106,629	0,00
Lekarz	0,754	0,010	73,556	0,00
Kształcenie	0,279	0,009	31,935	0,00
Mieszkanie	0,519	0,010	51,451	0,00

Źródło: opracowanie własne na podstawie obliczeń w programie Mplus 7.

Trzecią klasę ukrytą stanowią przypadki, które cechują się wysokim prawdopodobieństwem braku pieniędzy na zaspokojenie potrzeb życiowych (z wyjątkiem wydatków na kształcenie) Są to gospodarstwa „biedne”.

Ocena dynamiki przejść pomiędzy stanami ukrytymi w czasie jest przedstawiona za pomocą prawdopodobieństw warunkowych w przekrojach lat 1992–1995 do 2005–2009 (tabele 7 i 8).

Analiza regresji czynników dyskretnych (ukrytych statusów) z uwzględnieniem wpływu zmiennej kowariancyjnej wiek wskazuje na zależność między statusami ukrytymi w pierwszej fali pomiaru na statusy występujące w drugiej fali oraz wpływ tych ostatnich na statusy w trzeciej fali badań.

---

w przypadku kraju tak biednego, jak Polska, w okresie transformacji lat 1995–2009, gospodarstwa domowe, które były w stanie na podstawowym poziomie realizować potrzeby fizjologiczne mogły uważać się za „zamożne”.



Tabela 7. Macierz przejść pierwszego okresu

1992–1995 względem 1997–2002	1	2	3
1	0,698	0,080	0,221
2	0,259	0,462	0,279
3	0,441	0,369	0,190

Źródło: opracowanie własne na podstawie obliczeń w programie Mplus 7.

Tabela 8. Macierz przejść drugiego okresu

1997–2002 względem 2005–2009	1	2	3
1	0,672	0,245	0,084
2	0,000	0,466	0,534
3	0,000	0,859	0,141

Źródło: opracowanie własne na podstawie obliczeń w programie Mplus 7.

W przedstawionych analizach wpływ wieku na przynależność do określonych statusów jest najsilniejszy w przypadku przynależności do klasy gospodarstw „zamożnych” (w stosunku do „biednych”) w drugiej i trzeciej fali badań. Dla pierwszej fali badań (1992–1995) współczynnik regresji odzwierciedla zmianę w szansie przynależności do klasy ukrytej w relacji do klasy odniesienia związaną z jednostkowym wzrostem wartości zmiennej kowariancyjnej.

Dla kolejnych fal badań (1997–2002 i 2005–2009) współczynniki regresji odzwierciedlają warunkową zmianę w szansie przejścia z ukrytego statusu  $S_t$  do  $S_{t+1}$  w relacji do statusu odniesienia (pod warunkiem przynależności do statusu  $S_t$ ) wraz z jednostkowym wzrostem wartości zmiennej kowariancyjnej. Dla drugiej fali wraz z wzrostem wieku głowy gospodarstwa domowego o rok następuje spadek przynależności do klasy „zamożnych” w stosunku do „biednych” o 49% (iloraz szans wynosi  $e^{-0,49} = 0,61$ ). W ostatniej fali pomiaru wpływ wieku daje efekt netto 43% (*i.s.* wynosi  $e^{-0,56} = 0,57$ ). Dla pozostałych klas i fal badań wpływ wieku na prawdopodobieństwa przynależności do ukrytych statusów jest niewielki (ilorazy szans znajdują się na poziomie 1,0).

Na podstawie modelu można oszacować warunkowe prawdopodobieństwa dla ukrytych statusów i przejść dla określonego poziomu wartości zmiennej kowariancyjnej (wiek). W tabeli 6 przedstawione zostały one dla dwóch poziomów wieku głowy rodziny – 25 lat (młode małżeństwa) i 50 lat (dojrzałe małżeństwa z samodzielnymi dziećmi).

Tabela 9. Analiza regresji statusów i predyktorów

Statusy ukryte	Predyktory	Parametr	Błąd standardowy	Iloraz krytyczny	Poziom $p$
Zamożni 1997–2002	Zamożni 1992–1995	-4,328	0,578	-7,556	0,00
	Średnio zamożni 1992–1995	16,001	8,917	1,794	0,07
Średnio zamożni 1997–2002	Zamożni 1992–1995	2,086	0,709	2,942	0,00
	Średnio zamożni 1992–1995	-0,053	1,182	-0,045	0,96
Zamożni 2005–2009	Zamożni 97–92	62,869	0,000	–	–
	Średnio zamożni 97–92	-166,984	0,000	–	–
Średnio zamożni (2005–2009)	Zamożni 97–92	0,899	0,227	3,958	0,000
	Średnio zamożni 97–92	-5,555	0,859	-6,467	0,000
Zamożni 1997–2002	Wiek	-0,003	0,002	-1,166	0,243
Średnio zamożni (1992–1995)		0,025	0,003	7,806	0,000
Zamożni (1997–2002)		-0,494	0,228	-2,164	0,030
Średnio zamożni (1997–2002)		0,057	0,015	3,837	0,000
Zamożni (2005–2009)		-0,560	0,068	-8,244	0,000
Średnio zamożni (2005–2009)		-0,089	0,014	-6,454	0,000

Źródło: opracowanie własne na podstawie obliczeń w programie Mplus 7.

Tabela 10. Warunkowe prawdopodobieństwa przynależności do klas ukrytych w zależności od wieku

Wiek 25	Wiek 50
$P(C1 = 1) = 0,741$	$P(C1 = 1) = 0,691$
$P(C1 = 2) = 0,059$	$P(C1 = 2) = 0,111$
$P(C1 = 3) = 0,200$	$P(C1 = 3) = 0,199$
$P(C2 = 1 C1 = 1) = 0,698$	$P(C2 = 1 C1 = 1) = 0,698$
$P(C2 = 2 C1 = 1) = 0,080$	$P(C2 = 2 C1 = 1) = 0,080$
$P(C2 = 3 C1 = 1) = 0,221$	$P(C2 = 3 C1 = 1) = 0,221$

cd. tabeli 10

Wiek 25	Wiek 50
$P(C2 = 1 C1 = 2) = 1,000$	$P(C2 = 1 C1 = 2) = 0,022$
$P(C2 = 2 C1 = 2) = 0,000$	$P(C2 = 2 C1 = 2) = 0,419$
$P(C2 = 3 C1 = 2) = 0,000$	$P(C2 = 3 C1 = 2) = 0,559$
$P(C2 = 1 C1 = 3) = 0,920$	$P(C2 = 1 C1 = 3) = 0,277$
$P(C2 = 2 C1 = 3) = 0,015$	$P(C2 = 2 C1 = 3) = 0,399$
$P(C2 = 3 C1 = 3) = 0,064$	$P(C2 = 3 C1 = 3) = 0,324$
$P(C3 = 1 C1 = 1, C2 = 1) = 1,000$	$P(C3 = 1 C1 = 1, C2 = 1) = 0,512$
$P(C3 = 2 C1 = 1, C2 = 1) = 0,000$	$P(C3 = 2 C1 = 1, C2 = 1) = 0,454$
$P(C3 = 3 C1 = 1, C2 = 1) = 0,000$	$P(C3 = 3 C1 = 1, C2 = 1) = 0,034$
$P(C3 = 1 C1 = 1, C2 = 2) = 0,000$	$P(C3 = 1 C1 = 1, C2 = 2) = 0,000$
$P(C3 = 2 C1 = 1, C2 = 2) = 0,164$	$P(C3 = 2 C1 = 1, C2 = 2) = 0,021$
$P(C3 = 3 C1 = 1, C2 = 2) = 0,836$	$P(C3 = 3 C1 = 1, C2 = 2) = 0,979$
$P(C3 = 1 C1 = 1, C2 = 3) = 0,000$	$P(C3 = 1 C1 = 1, C2 = 3) = 0,000$
$P(C3 = 2 C1 = 1, C2 = 3) = 0,981$	$P(C3 = 2 C1 = 1, C2 = 3) = 0,846$
$P(C3 = 3 C1 = 1, C2 = 3) = 0,019$	$P(C3 = 3 C1 = 1, C2 = 3) = 0,154$
$P(C3 = 1 C1 = 2, C2 = 1) = 1,000$	$P(C3 = 1 C1 = 2, C2 = 1) = 1,000$
$P(C3 = 2 C1 = 2, C2 = 1) = 0,000$	$P(C3 = 2 C1 = 2, C2 = 1) = 0,000$
$P(C3 = 3 C1 = 2, C2 = 1) = 0,000$	$P(C3 = 3 C1 = 2, C2 = 1) = 0,000$
$P(C3 = 1 C1 = 2, C2 = 2) = 0,000$	$P(C3 = 1 C1 = 2, C2 = 2) = 0,000$
$P(C3 = 2 C1 = 2, C2 = 2) = 0,643$	$P(C3 = 2 C1 = 2, C2 = 2) = 0,643$
$P(C3 = 3 C1 = 2, C2 = 2) = 0,357$	$P(C3 = 3 C1 = 2, C2 = 2) = 0,357$
$P(C3 = 1 C1 = 2, C2 = 3) = 0,000$	$P(C3 = 1 C1 = 2, C2 = 3) = 0,000$
$P(C3 = 2 C1 = 2, C2 = 3) = 0,998$	$P(C3 = 2 C1 = 2, C2 = 3) = 0,998$
$P(C3 = 3 C1 = 2, C2 = 3) = 0,002$	$P(C3 = 3 C1 = 2, C2 = 3) = 0,002$
$P(C3 = 1 C1 = 3, C2 = 1) = 1,000$	$P(C3 = 1 C1 = 3, C2 = 1) = 1,000$
$P(C3 = 2 C1 = 3, C2 = 1) = 0,000$	$P(C3 = 2 C1 = 3, C2 = 1) = 0,000$
$P(C3 = 3 C1 = 3, C2 = 1) = 0,000$	$P(C3 = 3 C1 = 3, C2 = 1) = 0,000$
$P(C3 = 1 C1 = 3, C2 = 2) = 0,000$	$P(C3 = 1 C1 = 3, C2 = 2) = 0,000$
$P(C3 = 2 C1 = 3, C2 = 2) = 0,643$	$P(C3 = 2 C1 = 3, C2 = 2) = 0,643$
$P(C3 = 3 C1 = 3, C2 = 2) = 0,357$	$P(C3 = 3 C1 = 3, C2 = 2) = 0,357$
$P(C3 = 1 C1 = 3, C2 = 3) = 0,000$	$P(C3 = 1 C1 = 3, C2 = 3) = 0,000$
$P(C3 = 2 C1 = 3, C2 = 3) = 0,998$	$P(C3 = 2 C1 = 3, C2 = 3) = 0,998$
$P(C3 = 3 C1 = 3, C2 = 3) = 0,002$	$P(C3 = 3 C1 = 3, C2 = 3) = 0,002$

Źródło: opracowanie własne na podstawie obliczeń w programie Mplus 7.

Dla przykładu, „młode małżeństwa” z pierwszej fali badań należą do pierwszej klasy ukrytej („zamożni”) z prawdopodobieństwem 0,741, a „dojrzałe małżeństwa” należą do niej z prawdopodobieństwem 0,691. Szansa przejścia „młodych małżeństw” z klasy „średnio zamożnych” z lat 1992–1995, do klasy „zamożnych” w latach 1997–2002 wynosi 1,00, a szansa takiego przejścia dla „dojrzałych małżeństw” wynosi tylko 0,022. Prawdopodobieństwo, że „młode małżeństwa” w latach 2005–2009 znajdą się w klasie „zamożnych”, jeżeli w okresie 1992–1995 byli w klasie „zamożnych” oraz w latach 1997–2002 również byli w tej klasie wynosi 1,00. Prawdopodobieństwo takiego przejścia dla „małżeństw dojrzałych” wynosi 0,512. W ostatnim wyróżnionym w tabeli przykładzie prawdopodobieństwo przejścia „młodych małżeństw” z klasy „średnio zamożnych” w latach 1992–1995 do statusu „biednych” w okresie 1997–2002 wynosi 0,00, lecz dla małżeństw „dojrzałych” prawdopodobieństwo to wynosi już 0,559.

## 6. Zakończenie

Modele ukrytych przejść stanowią istotne wzbogacenia tradycyjnych analiz segmentacyjnych rynku. Pozwalają na wyodrębnienie segmentów rynkowych w układzie longitudinalnym oraz określenie prawdopodobieństw przejść z jednego stanu do drugiego.

Analiza ukrytych przejść może być również wzbogacona o uwzględnienie przynależności do segmentów *a priori* (np. regionów geograficznych). W takich sytuacjach modele LTA są przekształcane w wielogrupowe modele LTA z uwzględnieniem znanych klas mających charakter jawny. Inne istotne zastosowanie tych modeli w analizie rynku stanowi połączenie ukrytych przejść z kontrolą efektów kohortowych i identyfikacja prawdopodobieństw przejścia między segmentami w przekroju kohort wiekowych. W przedstawionej analizie kontroli podlegał tylko efekt wieku, wprowadzenie informacji o roku urodzenia umożliwiłoby dokonanie ocen prawdopodobieństw przejść w poszczególnych kohortach wiekowych. Obie te analizy można łączyć w celu identyfikacji układów przejść międzysegmentowych dla kohort wiekowych w przekrojach kulturowych czy regionalnych.

## Literatura

- Collins L.M., Lanza S.T. [2010], *Latent Class and Latent Transition Analysis*, Wiley, Hoboken.
- Chung W., Walls T.A. [2007], *A Latent Transition Model with Logistic Regression*, „Psychometrika” vol. 72, nr 3.

- Dias J.G., Vermunt J.K. [2007], *Latent Class Modeling of Website Users' Search Patterns: Implications for Online Market Segmentation*, „Journal of Retailing and Consumer Services”, vol. 14, nr 6.
- Everitt B. [2006], *The Cambridge Dictionary of Statistics*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Frazer A.M. [2011], *Hidden Markov Models and Dynamic Systems*, Society for Industrial and Applied Mathematics, Philadelphia.
- Guo B. *et al.* [2009], *Using Latent Class and Latent Transition Analysis to Examine the Transtheoretical Model Staging Algorithm and Sequential Stage Transition in Adolescent Smoking*, „Substance Use & Misuse”, vol. 44, nr 14.
- Poulsen C.S. [1990], *Mixed Markov and Latent Markov Modeling Applied to Brand Choice Behavior*, „International Journal of Research in Marketing”, vol. 7, nr 11.
- Ramaswamy V. [1997], *Evolutionary Preference Segmentation with Panel Survey Data: An Application to New Products*, „International Journal of Research in Marketing”, vol. 14, nr 1.
- Wedel M., Kamakura W.A. [2000], *Market Segmentation. Conceptual and Methodological Foundation*, Kluwer Academic, Boston.

### **Mplus in Latent Transition Model Estimations in Market Segmentation**

The article is devoted to the applications of latent transition models (LTA) in dynamic market segmentation. A generalisation of the latent class models, these models take into account the dynamic nature of the data. They allow for the identification of unobserved market segments, the assessment of conditional probabilities and transition patterns within latent statuses in time. LTA model was used to evaluate the dynamic segments in three separate waves of research based on economic status indicators in data from the Polish General Social Survey.

**Keywords:** latent transition model, market segmentation, hidden Markov chains, Mplus software.



*Marcin Salamaga*

Katedra Statystyki

Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie

# Wykorzystanie metody bootstrapowej do badania zyskowności wybranych strategii inwestycyjnych na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie

## Streszczenie

Celem artykułu jest przedstawienie wybranych strategii inwestycyjnych na polskim rynku kapitałowym wraz z oceną ich zyskowności. Istotą stosowanych strategii jest określenie momentów, w których generowane są sygnały kupna lub sprzedaży walorów notowanych na GPW w Warszawie. W tym celu wykorzystano m.in. różne systemy średnich kroczących obliczonych dla głównych indeksów giełdowych w Polsce. Aby ocenić efektywność stosowanych strategii, przeprowadzono klasyczne testy istotności różnic średnich stóp zwrotu oraz zastosowano analizę symulacji metodą bootstrapową.

**Słowa kluczowe:** analiza techniczna, średnia krocząca, metoda bootstrapowa, model GARCH.

## 1. Wprowadzenie

Aktywny inwestor, którego celem jest maksymalizacja dochodu z inwestycji w krótkim lub w średnim horyzoncie czasowym, postępuje najczęściej zgodnie z zasadą „kupuj tanio i sprzedaj drogo”. Wymaga to stosowania zasad inwestowania

cyklicznego, a także dobrej znajomości rynku inwestycyjnego. Część inwestorów stosujących narzędzia inwestowania cyklicznego korzysta z analizy technicznej rynku finansowego. Jej celem jest przewidywanie punktów zwrotnych trendu cen akcji (indeksów giełdowych), co umożliwia inwestorowi zajęcie pozycji inwestycyjnej adekwatnej do przewidywanych zmian cen akcji (indeksów). Pomimo istniejącej krytyki narzędzi analizy technicznej wiele badań empirycznych potwierdza, że jej stosowanie pozwala na zrealizowanie wyższych stóp zwrotu w porównaniu ze strategią inwestycyjną „kup i trzymaj” (por. [Pring 1998, Brock, Lakonishok i LeBaron 1992, Isakov i Hollistein 1999]). Badania te stały się inspiracją do podjęcia podobnej tematyki w odniesieniu do polskiego rynku kapitałowego.

Celem artykułu jest ocena zyskowności wybranych strategii inwestowania cyklicznego na przykładzie trzech indeksów giełdowych: WIG20, mWIG40 i sWIG80. W pracy wykorzystano popularne wskaźniki analizy technicznej: średnie kroczące wraz z dodatkowymi metodami filtracji sygnałów kupna i sprzedaży (por. [Czekąła 1997, Murphy 1999]). Aby ocenić efektywność stosowanych strategii, zbadano statystyczną istotność różnic warunkowych stóp zwrotu z indeksu giełdowego dla strategii opartych na kupnie, sprzedaży, strategii mieszanej i średniej stopy zwrotu obliczonej dla strategii „kup i trzymaj”. W celu potwierdzenia statystycznej istotności różnic średnich stóp zwrotu ze strategii opartych na inwestowaniu cyklicznym oraz średniej stopy zwrotu ze strategii „kup i trzymaj” wykorzystano replikowane stopy zwrotu indeksu giełdowego wygenerowane z modelu błędzenia losowego z dryfem, modelu autoregresji AR(1) oraz modelu AR(1) z efektem GARCH (1,1). W badaniu uwzględniono dane z indeksów giełdowych WIG20, mWIG40 i sWIG80 według cen zamknięcia sesji giełdowych z okresu 31.12.1997–8.05.2012<sup>1</sup>.

## 2. Metoda badania

Do wykrywania sygnałów kupna bądź sprzedaży walorów giełdowych zastosowano popularną w analizie technicznej metodę prostej średniej kroczącej. Wartości średniej ruchomej  $k$ -okresowej można obliczyć według wzoru [Gencay 1996, s. 165]:

$$ma_t(p) = \frac{\sum_{i=0}^{p-1} x_{t-i}}{p}, \quad (1)$$

<sup>1</sup> Początek okresu badania dostosowano do momentu, w którym rozpoczął notowania „najmłodszy” z porównywanych indeksów giełdowych, czyli indeks mWIG40.



gdzie:

$p$  – długość okresu średniej kroczącej (liczba obserwacji),

$t$  – numer okresu,

$x_t$  – poziom indeksu giełdowego w czasie  $t$ .

Zgodnie z zasadami stosowania średniej ruchomej, sygnał kupna (sprzedaży) pojawia się wówczas, gdy średnia krótkookresowa (długookresowa) przekracza wartość średniej długookresowej (krótkookresowej). Niech  $p$  będzie parametrem wygładzania dla średniej ruchomej krótkookresowej („szybszej” średniej),  $q$  – parametrem wygładzania dla średniej ruchomej długookresowej („wolniejszej” średniej). Wówczas spełnienie jednego z poniższych warunków generuje [Gerov 2005, s. 9]:

$$\frac{\sum_{i=0}^{p-1} x_{t-i}}{p} > \frac{\sum_{i=0}^{q-1} x_{t-i}}{q} - \text{sygnał kupna,} \quad (2)$$

$$\frac{\sum_{i=0}^{p-1} x_{t-i}}{p} < \frac{\sum_{i=0}^{q-1} x_{t-i}}{q} - \text{sygnał sprzedaży.} \quad (3)$$

Gdy wartość średniej krótkookresowej w niewielkim zakresie odchyli się od średniej długookresowej, to powstałe sygnały kupna lub sprzedaży odczytane za pomocą warunków (2) oraz (3) można uznać za słabe. W takiej sytuacji korzystne wydaje się zastosowanie procedury odfiltrowania słabych sygnałów kupna i sprzedaży. W niniejszym artykule zastosowano do tego celu tzw. *band* – pasmo wahań wokół długookresowej średniej kroczącej [Brock, Lakonishok i LeBaron 1992, s. 1738]. Zazwyczaj granicę tego pasma wyznacza się za pomocą arbitralnie przyjętego procentu wartości średniej długookresowej (np. 1%). Sygnał kupna (sprzedaży) będzie generowany tylko wówczas, gdy wartość średniej krótkookresowej będzie wyższa (niższa) od wartości średniej długookresowej o więcej niż ustalony procent wartości „wolniejszej” średniej. Reguły generowania sygnałów zgodnych z przedstawioną tu zasadą opisują formuły (4) i (5).

Spełnienie jednego z poniższych warunków generuje [Gerov 2005, s. 11; Isakov i Hollistein 1999, s. 7–8]:

$$\frac{\sum_{i=0}^{p-1} x_{t-i}}{p} > (1+b) \frac{\sum_{i=0}^{q-1} x_{t-i}}{q} - \text{sygnał kupna,} \quad (4)$$

$$\frac{\sum_{i=0}^{p-1} x_{t-i}}{p} < (1-b) \frac{\sum_{i=0}^{q-1} x_{t-i}}{q} - \text{sygnał sprzedaży.} \quad (5)$$

gdzie  $b$  – ustalony procent „wolniejszej średniej”.

Przedmiotem analizy w pracy będzie zbadanie, czy średnie warunkowe stopy zwrotu według strategii opartych na kupnie, sprzedaży oraz strategii mieszanej są istotnie różne od średniej stopy zwrotu obliczonej według strategii „kup i trzymaj” (obliczonej jako bezwarunkowa średnia stopa zwrotu z indeksu giełdowego w całym badanym okresie).

Do zweryfikowania istotności różnic średnich zastosowano testy statystyczne wyrażone formułami (6), (8), (9). Test istotności różnic średnich dla strategii partej na kupnie (sprzedaży) ma następującą postać (por. [Isakov i Hollistein 1999, s. 5]):

$$t = \frac{\mu_r - \mu}{\sqrt{\frac{\sigma_r^2}{N_r} + \frac{\sigma^2}{N}}}, \quad (6)$$

gdzie:

$r = b$  dla strategii „kupuj” oraz  $p = s$  dla strategii „sprzedaj”,

$\mu_r$  – warunkowa średnia stopa zwrotu dla strategii kupna (sprzedaży),

$\mu$  – średnia stopa zwrotu ze strategii „kup i trzymaj”,

$\sigma_r^2$  – warunkowa wariancja stóp zwrotu dla strategii kupna (sprzedaży),

$\sigma^2$  – wariancja dla stóp zwrotu obliczonych dla strategii „kup i trzymaj”,

$N_r$  – liczba sygnałów kupna dla strategii kupna (sprzedaży),

$N$  – całkowita liczba obserwacji w badanym okresie (liczba sesji giełdowych).

Oprócz strategii opierających się na kupnie bądź sprzedaży, w artykule rozważono również strategię mieszaną, która uwzględnia także możliwość lokowania środków finansowych według stopy wolnej od ryzyka (np. w przypadku powstania słabych sygnałów neutralnych znajdujących się w paśmie wahań wokół średniej kroczącej długookresowej). Średnią warunkową stopę zwrotu z takiej strategii inwestycyjnej można obliczyć według wzoru [Isakov i Hollistein 1999, s. 7]:

$$\mu = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T (r_i d_{1i} + f_i d_{2i}), \quad (7)$$

gdzie:

$r_i$  – stopa zwrotu ceny waloru (indeksu) w momencie  $t$ ,

$f_i$  – stopa wolna od ryzyka,

$d_{1i}$  – zmienna o wartościach: 1 (sygnał kupna), -1 (sygnał sprzedaży) lub 0 (sygnał neutralny),

$d_{2i}$  – zmienna o wartościach: 1 (sygnał neutralny) lub 0 (sygnał kupna lub sprzedaży).

Do zbadania istotności różnic stopy zwrotu ze strategii mieszanej i średniej stopy zwrotu ze strategii „kup i trzymaj” posłużono się statystyką testową (8) [Isakov i Hollistein 1999, s. 5]:

$$t = \frac{\mu_m - \mu}{\sqrt{\frac{\sigma_m^2}{N_m} + \frac{\sigma^2}{N}}}, \quad (8)$$

gdzie:

- $\mu_m$  – warunkowa średnia stopa zwrotu dla strategii mieszanej (7),
- $\mu$  – średnia stopa zwrotu według strategii „kup i trzymaj”,
- $\sigma^2$  – wariancja stóp ze zwrotu obliczonych dla strategii „kup i trzymaj”,
- $\sigma_m^2$  – warunkowa wariancja stóp zwrotu dla strategii mieszanej,
- $N_m$  – liczba wszystkich sygnałów w strategii mieszanej.
- $N$  – całkowita liczba obserwacji w badanym okresie.

Stosowanie wzorów (6) oraz (8) do badania istotności różnic pomiędzy stopami zwrotu z inwestowania cyklicznego oraz strategii „kup i trzymaj” wymaga spełnienia kilku założeń przez rozkłady stóp zwrotu, w tym założenia o normalności ich rozkładu. W praktyce to założenie nie zawsze bywa spełnione, a wynik testu istotności może być obciążony błędem. Aby zatem potwierdzić wyniki uzyskane w drodze tradycyjnych testów, przeprowadzono badania symulacyjne. Posłużono się w tym celu metodą bootstrapową, która polega na wielokrotnym wygenerowaniu wartości z tej samej próby. Zakłada się przy tym, że jeżeli próba losowa zawiera wszelkie niezbędne informacje o populacji, to przedmiotową próbę można traktować jako samą populację [Mielczarek 2007, s. 189]. Metoda bootstrapowa oparta jest na losowaniu ze zwracaniem, tzn. że obserwacje w nowo wylosowanej próbie mogą się powtarzać, a z kolei niektóre dane z próby wyjściowej mogą w ogóle nie wystąpić w próbie bootstrap. Metody bootstrapowe są często nieodzowne w przypadku niskiej podaży danych (np. krótkie szeregi czasowe) w sytuacji, gdy stosowane procedury statystyczne czy ekonometryczne wymagają dużej liczby obserwacji. Dzięki metodzie bootstrapowej uzyskano symulacyjne stopy zwrotu dla różnych systemów średnich kroczących, co pozwoliło na porównanie ich z odpowiednimi wartościami stóp zwrotu z oryginalnych szeregów czasowych. Wynikiem testu bootstrapowego jest więc odsetek przekroczeń „oryginalnych” warunkowych średnich przez ich odpowiedniki uzyskane poprzez symulację (tzw. bootstrapowe prawdopodobieństwo testowe).

Do replikacji stóp zwrotu indeksu giełdowego zastosowano procedurę przedstawioną przez W. Brocka, J. Lakonishoka i B. LeBarona [1992]. Polega ona na oszacowaniu parametrów teoretycznego modelu opisującego przebieg stóp zwrotu, a następnie obliczeniu reszt tego modelu. Niech więc równanie modelu opisującego kształtowanie się stopy zwrotu dane będzie wzorem:

$$r_t = f(z_t; \beta) + \varepsilon_t, \quad (9)$$

gdzie:

- $r_t$  – stopa zwrotu,
- $z_t$  – zmienna objaśniająca,
- $\beta$  – wektor parametrów modelu,
- $\varepsilon_t$  – składnik losowy modelu.

Wektor ocen parametrów modelu (9) obliczony za pomocą odpowiedniego estymatora (np. estymatora KMNK) oznaczmy przez  $\hat{\beta}$ , wówczas reszty obliczamy na podstawie oszacowanego modelu regresji zgodnie z równaniem:

$$\hat{\varepsilon}_t = f(z_t; \hat{\beta}) - r_t. \quad (10)$$

Reszty podlegają następnie repróbkowaniu i generowana jest próba bootstrapowa ( $\varepsilon_1^*, \varepsilon_2^*, \dots, \varepsilon_n^*$ ), co umożliwia utworzenie wektora symulacyjnych stóp zwrotu ( $r_1^*, r_2^*, \dots, r_n^*$ ) wyznaczanych zgodnie z równaniem:

$$r_t^* = f(z_t; \hat{\beta}) + \varepsilon_t^*. \quad (11)$$

W artykule przeprowadzono 1000 symulacji stóp zwrotu dla każdego z trzech modeli: błędzenia losowego z dryfem, modelu autoregresji AR(1) oraz modelu AR(1) z efektem GARCH (1,1). Obliczenia zostały przeprowadzone z wykorzystaniem programów komputerowych Excel i Gretl.

### 3. Stopy zwrotu badanych strategii inwestycji

Badania strategii inwestycyjnych prowadzono w odniesieniu do następujących indeksów giełdowych obliczanych dla spółek notowanych na GPW: WIG20, mWIG40 oraz sWIG80. Wykorzystując formuły (1)–(5), (7), obliczono przeciętne stopy zwrotu z inwestycji opartych na strategii kupna, sprzedaży i strategii mieszanej. Przy prezentacji wyników posłużono się następującym systemem oznaczeń dla stosowanych konfiguracji średnich kroczących:  $(p, q, d)$ , gdzie  $p$  oznacza okres „szybszej” średniej ruchomej (w dniach),  $q$  – okres wolniejszej średniej ruchomej (w dniach),  $d$  – rozmiar pasma wahań wokół długookresowej średniej kroczącej (w %) (por. [Gerov 2005, s. 11; Brock, Lakonishok i LeBaron 1992, s. 1738]). Gdy  $p = 1$ , wówczas krótkookresowa średnia krocząca jest oryginalnym, wyjściowym szeregiem czasowym indeksu giełdowego. Przykładowo zestawienie (2,200,1) oznacza, że sygnały kupna bądź sprzedaży są rozpoznawane na podstawie punktów przecięcia średnich kroczących 2-dniowej i 200-dniowej znajdujących się poza 1-procentowym pasmem wahań wokół długookresowej średniej. Analizę przeprowadzono dla wybranych konfiguracji  $p \in \{1, 2\}$ ,  $q \in \{5, 10, 30, 50, 150, 200\}$ ,  $d = \{0, 1\}$ . Wybór takich wartości parametrów  $p, q$  i  $d$  odpowiada najczęściej spotykanym długościom okresów średnich kroczących

i rozmiarom pasma wahań filtrującego słabe sygnały w podobnych badaniach w literaturze przedmiotu [Brock, Lakonishok i LeBaron 1992, s. 1739; Isakov i Hollistein 1999, s. 6 i 9].

W tabeli 1 przedstawiono kształtowanie się liczby sygnałów kupna bądź sprzedaży w zależności od stosowanego systemu średnich kroczących i indeksu giełdowego. Pod liczbą sygnałów kupna i sprzedaży podano odsetek prawidłowo zidentyfikowanych sygnałów. Sygnał kupna (sprzedaży) można uznać za poprawny, jeśli poprzedza on dodatnią (ujemną) warunkową stopę zwrotu. Tabela 1 zawiera również łączną liczbę transakcji (kupna lub sprzedaży), przy czym jednej transakcji odpowiada seria następujących po sobie sygnałów kupna (sprzedaży).

Tabela 1. Liczby wykrytych sygnałów kupna i sprzedaży w zależności od systemu średnich kroczących

Średnie kroczące	WIG20			mWIG40			sWIG80		
	liczba sygnałów		liczba transakcji	liczba sygnałów		liczba transakcji	liczba sygnałów		liczba transakcji
	$n_b$	$n_s$		$n_b$	$n_s$		$n_b$	$n_s$	
(1,5,0)	1783 (48,57)	1616 (47,46)	885	1898 (57,11)	1501 (51,37)	732	1880 (62,13)	1519 (53,98)	680
(1,5,1)	937 (47,92)	859 (46,92)	708	744 (60,62)	579 (53,71)	490	806 (66,01)	569 (51,67)	483
(1,10,0)	1799 (49,25)	1588 (48,24)	565	1952 (56,46)	1435 (51,01)	460	1840 (60,33)	1547 (51,52)	456
(1,10,1)	1262 (48,73)	1061 (46,84)	539	1227 (57,95)	817 (53,12)	414	1233 (65,37)	887 (52,76)	360
(1,30,0)	1869 (49,39)	1518 (48,29)	295	2010 (55,52)	1377 (49,96)	225	1822 (61,09)	1565 (52,27)	183
(1,30,1)	1260 (48,65)	1062 (46,80)	539	1656 (55,98)	1056 (51,42)	230	1526 (62,98)	1277 (52,94)	191
(1,50,0)	1957 (50,03)	1442 (48,89)	236	2022 (56,08)	1377 (50,69)	150	1829 (61,35)	1570 (52,55)	121
(1,50,1)	1722 (49,65)	1233 (48,91)	225	1779 (56,89)	1164 (50,86)	163	1648 (62,38)	1370 (52,92)	126
(1,100,0)	1979 (50,88)	1420 (50,07)	124	2051 (55,83)	1348 (50,45)	105	1949 (60,95)	1450 (53,17)	74
(1,100,1)	1865 (50,72)	1291 (50,19)	124	1879 (56,31)	1212 (50,66)	104	1830 (60,98)	1345 (54,35)	74
(1,150,0)	2068 (50,29)	1331 (49,21)	148	2164 (55,87)	1235 (51,09)	91	1989 (60,73)	1410 (53,26)	52
(1,150,1)	1939 (50,39)	1209 (49,30)	139	2039 (56,30)	1104 (51,81)	76	1892 (60,73)	1343 (53,84)	46

cd. tabeli 1

Średnie kroczące	WIG20			mWIG40			sWIG80		
	liczba sygnałów		liczba transakcji	liczba sygnałów		liczba transakcji	liczba sygnałów		liczba transakcji
	$n_b$	$n_s$		$n_b$	$n_s$		$n_b$	$n_s$	
(1,200,0)	2076 (51,30)	1323 (50,79)	72	2173 (55,59)	1226 (50,65)	73	1976 (60,17)	1423 (52,35)	40
(1,200,1)	2001 (51,12)	1266 (51,03)	83	2067 (56,07)	1128 (50,89)	72	1906 (60,23)	1351 (52,55)	44
(2,200,0)	2067 (51,19)	1332 (50,60)	54	2159 (55,58)	1240 (50,57)	49	1962 (60,14)	1437 (52,19)	31
(2,200,1)	1996 (50,90)	1273 (50,75)	57	2057 (55,96)	1146 (50,26)	54	1901 (60,28)	1364 (52,35)	35

Źródło: obliczenia własne.

Z tabeli 1 wynika, że zwiększanie długości okresu „wolniejszej” długo-okresowej średniej kroczącej bez pasma wahań wokół tej średniej najczęściej sprzyja wzrostowi liczby sygnałów kupna i spadkowi liczby sygnałów sprzedaży dla wszystkich trzech indeksów giełdowych. W sytuacji zastosowania filtracji sygnałów w postaci 1-procentowego pasma wahań wokół długo-okresowej średniej dla porównywanych indeksów, wzrost długości okresu średniej kroczącej przeważnie zwiększa częstotliwość pojawiania się zarówno sygnałów kupna, jak i sprzedaży.

W tabeli 2 przedstawiono przeciętne stopy zwrotu z inwestycji opartych na strategiach kupna ( $\mu_b$ ), sprzedaży ( $\mu_s$ ) i strategii mieszanej ( $\mu_m$ ) bez filtracji słabych sygnałów kupna i sprzedaży. W obliczeniach średniej stopy zwrotu dla strategii mieszanej ( $\mu_m$ ) jako stopę wolną od ryzyka (parametr  $f_t$  we wzorze (7)) przyjęto oprocentowanie 26-tygodniowych bonów skarbowych. W nawiasach pod średnimi stopami zwrotu umieszczono wartości  $p$ -value odpowiadające wynikom testów istotności różnic warunkowych średnich stóp zwrotu i średniej stopy zwrotu strategii „kup i trzymaj” (wzory (6) i (8)).

Z tabeli 2 wynika, że wszystkie stosowane konfiguracje średnich kroczących dostarczały dodatnich średnich stóp zwrotu w zakresie stosowania strategii opartej na sygnałach kupna oraz strategii mieszanej. Posługując się wyłącznie strategią „sprzedaj”, otrzymywano ujemne stopy zwrotu. Żadna z otrzymanych średnich stóp zwrotu dla indeksu WIG20 nie różniła się statystycznie istotnie od średniej stopy zwrotu ze strategii „kup i trzymaj”. W przypadku indeksu WIG40 uzyskano sześć rezultatów, które nie różniły się istotnie od tej średniej (po trzy dla strategii „kupuj” i dla strategii mieszanej) dla następujących zestawień średnich kroczących: (1,150,0), (1,200,0), (2,200,0). Z kolei indeks sWIG80 dostarczył

Tabela 2. Średnie stopy zwrotu indeksów giełdowych (w %) dla trzech strategii inwestycyjnych przy zastosowaniu różnych systemów średnich kroczących bez pasma wahań wokół średniej długookresowej

Średnia krocząca	WIG20			mWIG40			sWIG80		
	$\mu_b$	$\mu_s$	$\mu_m$	$\mu_b$	$\mu_s$	$\mu_m$	$\mu_b$	$\mu_s$	$\mu_m$
(1,5,0)	0,0533 (0,5465)	-0,0125 (0,4864)	0,0339 (0,7965)	0,1768 (0,0001)	-0,1358 (0,0000)	0,1587 (0,0000)	0,237 (0,0000)	-0,1603 (0,0000)	0,2028 (0,0000)
(1,10,0)	0,0441 (0,6750)	-0,0148 (0,4631)	0,0304 (0,8627)	0,1476 (0,0018)	-0,1181 (0,0000)	0,1351 (0,0011)	0,2091 (0,0000)	-0,1231 (0,0000)	0,1699 (0,0002)
(1,30,0)	0,0551 (0,5173)	-0,031 (0,3030)	0,0443 (0,6094)	0,1335 (0,0061)	-0,1088 (0,0001)	0,1234 (0,0043)	0,2196 (0,0000)	-0,1315 (0,0000)	0,1789 (0,0000)
(1,50,0)	0,0557 (0,5018)	-0,0238 (0,3793)	0,0422 (0,6458)	0,1364 (0,0045)	-0,1045 (0,0002)	0,1235 (0,0042)	0,2157 (0,0000)	-0,1225 (0,0000)	0,1727 (0,0001)
(1,100,0)	0,0776 (0,2593)	-0,0555 (0,1433)	0,0684 (0,2746)	0,1209 (0,0167)	-0,0862 (0,0011)	0,1071 (0,0218)	0,187 (0,0002)	-0,112 (0,0000)	0,1550 (0,0011)
(1,150,0)	0,0396 (0,7310)	-0,0054 (0,6031)	0,0262 (0,9437)	0,1038 (0,0551)	-0,0752 (0,0040)	0,0934 (0,0684)	0,1751 (0,0007)	-0,1037 (0,0000)	0,1455 (0,0034)
(1,200,0)	0,0612 (0,4246)	-0,0394 (0,2558)	0,0527 (0,4759)	0,0906 (0,1282)	-0,053 (0,0205)	0,077 (0,2071)	0,1683 (0,0015)	-0,0916 (0,0001)	0,1362 (0,0091)
(2,200,0)	0,0527 (0,5361)	-0,0256 (0,3748)	0,0421 (0,6492)	0,0916 (0,1211)	-0,0532 (0,0196)	0,0776 (0,1998)	0,1657 (0,0020)	-0,0856 (0,0001)	0,1318 (0,0141)

Źródło: obliczenia własne.

wyłącznie średnich stóp zwrotu, które istotnie różniły się od średniej stopy zwrotu ze strategii „kup i trzymaj” (dla strategii „kupuj” i strategii mieszanej były one statystycznie istotnie wyższe od tej średniej, natomiast dla strategii „sprzedaj” – były istotnie niższe od tej średniej). Stosując strategię opartą na kupnie, najwyższe dochody można było uzyskać, lokując środki w spółki małe, zaś najniższe dochody przynosiły inwestycje w sektor dużych spółek: indeks sWIG80 miał najwyższe średnie stopy zwrotu dla wszystkich konfiguracji średnich kroczących, natomiast indeks WIG20 miał te stopy najniższe. Najwyższą przeciętną dzienną stopę zwrotu z indeksu sWIG80 dla strategii „kupuj” wynoszącą 0,237% (tj. ok. 81,71% w skali roku) dostarczył system średniej kroczącej (1,5,0). Generalnie dla wszystkich porównywanych indeksów obserwowana jest następująca prawidłowość: im dłuższy okres „wolniejszej” średniej kroczącej tym niższa przeciętna stopa zwrotu ze strategii „kupuj”. Stosując strategię „sprzedaj”, najniższe stopy zwrotu uzyskano z indeksu sWIG80, co w warunkach rynków spadkowych i możliwości stosowania krótkiej sprzedaży oznacza najwyższy dochód. Z kolei najniższych dochodów przy stosowaniu strategii sprzedaży można oczekiwać, inwestując w spółki duże: indeks WIG20 miał najwyższe średnie stopy zwrotu ze strategii „sprzedaj” dla wszystkich systemów średnich kroczących. Najwyższą bezwzględną przeciętną

dzienną stopę zwrotu z indeksu sWIG80 dla strategii „sprzedaj” wynoszącą 0,1603% dostarczył system średniej kroczącej (1,5,0). Wzrost długości okresu „wolniejszej” średniej kroczącej prowadzi zazwyczaj do wzrostu wartości warunkowej średniej stopy zwrotu ze strategii „sprzedaj” (ta zależność jest szczególnie widoczna dla indeksów mWIG40 i sWIG80).

W zakresie stosowania strategii mieszanej w dalszym ciągu najbardziej opłacalne były inwestycje w spółki małe (niezależnie od stosowanej konfiguracji średnich kroczących), natomiast najmniej opłacalne było inwestowanie w spółki duże. Najwyższą przeciętną dzienną stopę zwrotu ze stosowania strategii mieszanej wynoszącą 0,2028% (tj. ok. 66,71% w skali roku) dawała inwestycja w indeks sWIG80 zgodna systemem średnich kroczących (1,5,0). Z kolei najniższą przeciętną dzienną stopę zwrotu strategii mieszanej wynoszącą 0,0304% (tj. ok. 4,96% w skali roku) dawała inwestycja w indeks WIG20 wykorzystująca system średnich kroczących (1,10,0). Ujemną korelację pomiędzy wartościami stopy zwrotu i długością okresu „wolniejszej” średniej ruchomej obserwujemy szczególnie wyraźnie w przypadku indeksów mWIG40 i sWIG80.

Tabela 3. Średnie stopy zwrotu indeksów giełdowych (w %) dla trzech strategii inwestycyjnych przy zastosowaniu różnych systemów średnich kroczących z 1-procentowym pasmem wahań wokół średniej długookresowej

Średnie kroczące	WIG 20			mWIG40			sWIG80		
	$\mu_b$	$\mu_s$	$\mu_m$	$\mu_b$	$\mu_s$	$\mu_m$	$\mu_b$	$\mu_s$	$\mu_m$
(1,5,1)	0,0651 (0,5054)	-0,0224 (0,4827)	0,0332 (0,7890)	0,2950 (0,0000)	-0,3033 (0,0000)	0,1295 (0,0006)	0,3829 (0,0000)	-0,2255 (0,0000)	0,1417 (0,0017)
(1,10,1)	0,0708 (0,3976)	-0,0045 (0,7535)	0,0313 (0,8360)	0,1848 (0,0003)	-0,2230 (0,0000)	0,1288 (0,0012)	0,3262 (0,0000)	-0,2073 (0,0000)	0,1811 (0,0000)
(1,30,1)	0,0660 (0,4469)	-0,0063 (0,7766)	0,0289 (0,8838)	0,1546 (0,0016)	-0,1493 (0,0000)	0,1261 (0,0024)	0,2654 (0,0000)	-0,1518 (0,0000)	0,1799 (0,0000)
(1,50,1)	0,0596 (0,4703)	-0,0421 (0,2483)	0,0481 (0,5391)	0,1526 (0,0015)	-0,1193 (0,0001)	0,1236 (0,0034)	0,2379 (0,0000)	-0,1365 (0,0000)	0,1725 (0,0001)
(1,100,1)	0,0726 (0,3147)	-0,0477 (0,2024)	0,0592 (0,3775)	0,1358 (0,0059)	-0,0898 (0,0013)	0,1088 (0,0173)	0,1906 (0,0002)	-0,1397 (0,0000)	0,1592 (0,0006)
(1,150,1)	0,0524 (0,5481)	-0,0132 (0,5220)	0,0361 (0,7517)	0,1081 (0,0444)	-0,0971 (0,0010)	0,0981 (0,0446)	0,1853 (0,0003)	-0,1206 (0,0000)	0,1516 (0,0015)
(1,200,1)	0,0591 (0,4548)	-0,0439 (0,2312)	0,0519 (0,4841)	0,0998 (0,0764)	-0,0685 (0,0088)	0,0849 (0,1214)	0,1696 (0,0015)	-0,0993 (0,0000)	0,1353 (0,0096)
(2,200,1)	0,0487 (0,5967)	-0,0210 (0,4288)	0,0372 (0,7343)	0,0946 (0,1062)	-0,0442 (0,0406)	0,0736 (0,2489)	0,1692 (0,0016)	-0,0874 (0,0001)	0,1303 (0,0157)

Źródło: obliczenia własne.



W tabeli 3 przedstawiono przeciętne stopy zwrotu z inwestycji opartych na strategiach kupna ( $\mu_b$ ), sprzedaży ( $\mu_s$ ) i strategii mieszanej ( $\mu_m$ ) z uwzględnieniem procesu filtracji słabych sygnałów kupna i sprzedaży.

Stosując filtrację sygnałów kupna i sprzedaży poprzez jednocentowe pasmo wahań wokół wolniejszej średniej kroczącej dla wszystkich porównywanych indeksów i wszystkich systemów średnich kroczących, uzyskano dodatnie stopy zwrotu dla strategii „kupuj”, strategii mieszanej oraz ujemne stopy zwrotu dla strategii „sprzedaj”. Struktura średnich warunkowych stóp zwrotów według rodzajów indeksów i systemów średnich kroczących, które istotnie różniły się (bądź nie różniły się) od średniej stopy zwrotu ze strategii „kup i trzymaj” jest podobna do tej z tabeli 2, a mianowicie warunkowe średnie stopy zwrotu z indeksu WIG20 nie różniły się statystycznie istotnie od średniej stopy zwrotu ze strategii „kup i trzymaj”. Natomiast w przypadku pozostałych indeksów stosowanie strategii mieszanej i strategii „kupuj” („sprzedaj”) najczęściej generowało stopy zwrotu przeciętnie istotnie wyższe (niższe) od średniej stopy zwrotu ze strategii „kup i trzymaj”<sup>2</sup>. Zastosowanie 1-procentowego pasma wahań wokół „wolniejszej” średniej kroczącej nie zmieniło w zasadzie relacji pomiędzy spółkami małymi, średnimi i dużymi pod względem zyskowności inwestycji w te grupy spółek: w dalszym ciągu niezależnie od stosowanej strategii inwestycyjnej najbardziej dochodowe jest inwestowanie w indeks sWIG80, a najmniej zyskowne okazało się inwestowanie w indeks WIG20. Warto zwrócić uwagę, że filtracja sygnałów kupna i sprzedaży dla prawie wszystkich konfiguracji średnich kroczących spowodowała zwiększenie przeciętnych stóp zwrotu przede wszystkim z indeksów mWIG40 i sWIG80 w przypadku strategii „kupuj” oraz jednocześnie spowodowała zmniejszenie stóp zwrotu z tych indeksów w warunkach strategii „sprzedaj”. Dla pozostałych przypadków wpływ filtracji na przeciętne stopy zwrotu nie jest już tak jednoznaczny. Stosując strategię „kupuj” z jednocentowym pasmem wahań, najwyższą przeciętną dzienną stopę zwrotu wynoszącą 0,3829% (tj. ok. 162,5% w skali roku) można było osiągnąć, inwestując w indeks sWIG80. Kierując się strategią „sprzedaj” i stosując system średnich kroczących (1,5,1), inwestor osiągnie największy dochód, gdy będzie inwestował w indeks mWIG40 (średnia bezwzględna dzienna stopa zwrotu z tego indeksu wyniosła 0,3033%). Z kolei strategia mieszana okazała się najbardziej zyskowna dla inwestora stosującego system średnich (1,10,1) w odniesieniu do spółek małych (średnia dzienna stopa zwrotu wyniosła ok. 0,1811%).

---

<sup>2</sup> Wyjątek stanowi indeks WIG20 z systemem średnich kroczących (1,200,1), (2,200,1).

#### 4. Wyniki testów bootstrapowych

Wyniki badań wykazały, że rozkłady empiryczne stóp zwrotu indeksu giełdowego cechują się asymetrią, są leptokurtyczne, wykazują istotną autokorelację rzędu pierwszego bądź wyższych rzędów i w konsekwencji mogą być niezgodne z rozkładem normalnym. W związku z powyższym wyniki testów istotności różnic warunkowych stóp zwrotu i stopy zwrotu ze strategii „kup i trzymaj” mogą być obciążone błędem<sup>3</sup>. Aby zatem potwierdzić rezultaty uzyskane w drodze tradycyjnych testów, przeprowadzono badania symulacyjne, których celem jest weryfikacja wyników uzyskanych w tabelach 2 i 3. Samą procedurę symulacji szczegółowo przedstawiono w punkcie 2.

W niniejszych badaniach przeprowadzono 1000 symulacji stóp zwrotu dla każdego z trzech modeli:

- błędzenia losowego z dryfem,
- modelu autoregresji AR(1) (por. [Isakov i Hollistein 1999, s. 12]),

$$r_t = \alpha_0 + \alpha_1 r_{t-1} + \varepsilon_t, \quad (12)$$

– modelu AR(1) z efektem GARCH (1,1) (por. [Isakov i Hollistein 1999, s. 12; Kosiorowski 2012, s. 177]):

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2. \quad (13)$$

Symulacje przeprowadzono dla następujących wybranych konfiguracji średnich kroczących (1,5,0), (1,50,0), (1,100,0), (1,150,0) oraz (1,200,0). Wyniki obejmujące symulacyjne prawdopodobieństwa bootstrapowego podano w tabeli 4.

Jeżeli wartość symulacyjnego prawdopodobieństwa testowego jest mniejsza od 0,05 lub wyższa od 0,95, to wskazuje, że replikowane stopy zwrotu dostarczają istotnie niższych lub wyższych warunkowych średnich stóp zwrotu od ich odpowiedników otrzymanych na podstawie oryginalnego szeregu czasowego stóp zwrotu (por. [Osler 1998, s. 21]). Oznacza to, że modele teoretyczne błędnie replikują empiryczne stopy zwrotu dla poszczególnych strategii i nie pozwalają na wyjaśnienie różnic pomiędzy warunkowymi charakterystykami liczbowymi empirycznych stóp zwrotu i charakterystykami liczbowymi strategii „kup i trzymaj”.

Analizując wyniki w tabeli 4 można stwierdzić, że stosunkowo dużo istotnych statystycznie wyników uzyskano dla stóp zwrotu z indeksu giełdowego mWIG 40 oraz sWIG 80. W większości przypadków otrzymane rezultaty poprzez symulacje bootstrapowe są zgodne z wynikami tradycyjnych testów istotności (por. tabele 2 i 3), chociaż w przypadku niektórych strategii inwestycyjnych

<sup>3</sup> Stosowanie wzorów (6) i (8) wymaga spełnienia założenia m.in. o normalności rozkładu zmiennych losowych.

zwłaszcza przy zastosowaniu „wolniejszej” średniej kroczącej o dłuższym okresie można wskazać niezgodność w zakresie prawdopodobieństwa testowego uzyskanego w klasycznym teście oraz symulacyjnego  $p$ -value. Przykładowo stosując system średnich kroczących (1,200,0) w okresach generowania sygnałów kupna, uzyskuje się warunkową stopę zwrotu z indeksu mWIG40 równą 0,0906%, która nieistotnie różni się od stopy zwrotu ze strategii „kup i trzymaj” (prawdopodobieństwo testowe wynosi 0,128220). Z drugiej strony bootstrapowe prawdopodobieństwo testowe uzyskane dla modeli błędzenia losowego i modelu autoregresji AR(1) wskazuje, że co najwyżej 0,2% symulacji dostarczyło średnich warunkowych stóp zwrotu przekraczających średnie warunkowe stopy zwrotu uzyskane z oryginalnych szeregów czasowych. Oznacza to, że założenie co do normalności rozkładu stóp zwrotu mogło mieć wpływ na wynik statystycznej istotności różnic w klasycznym teście istotności.

Tabela 4. Bootstrapowe prawdopodobieństwa testowe w symulacjach stóp zwrotu indeksów giełdowych

Średnie kroczące	Model	WIG20			mWIG40			sWIG80		
		$\mu_b$	$\mu_s$	$\mu_m$	$\mu_b$	$\mu_s$	$\mu_m$	$\mu_b$	$\mu_s$	$\mu_m$
(1,5,0)	RW	0,112	0,633	0,110	0,000	1,000	0,000	0,000	1,000	0,000
	AR(1)	0,283	0,539	0,183	0,000	1,000	0,000	0,000	1,000	0,000
	GARCH(1,1)	0,128	0,694	0,033	0,000	0,994	0,000	0,000	1,000	0,000
(1,50,0)	RW	0,150	0,672	0,122	0,000	1,000	0,000	0,000	1,000	0,000
	AR(1)	0,244	0,656	0,210	0,000	1,000	0,000	0,000	0,967	0,000
	GARCH(1,1)	0,128	0,772	0,078	0,067	0,822	0,044	0,000	1,000	0,000
(1,100,0)	RW	0,194	0,844	0,161	0,000	1,000	0,000	0,000	1,000	0,000
	AR(1)	0,306	0,822	0,213	0,000	1,000	0,001	0,000	0,922	0,000
	GARCH(1,1)	0,039	0,944	0,028	0,217	0,678	0,167	0,000	1,000	0,000
(1,150,0)	RW	0,217	0,561	0,222	0,000	1,000	0,000	0,001	1,000	0,000
	AR(1)	0,317	0,561	0,222	0,001	1,000	0,001	0,003	0,918	0,001
	GARCH(1,1)	0,228	0,594	0,106	0,411	0,461	0,439	0,012	1,000	0,013
(1,200,0)	RW	0,239	0,744	0,289	0,000	1,000	0,000	0,001	1,000	0,004
	AR(1)	0,433	0,722	0,267	0,002	1,000	0,003	0,004	0,856	0,002
	GARCH(1,1)	0,083	0,867	0,156	0,350	0,011	0,833	0,015	0,992	0,008

Źródło: obliczenia własne.

Największy odsetek symulacji, które dostarczały warunkowych stóp zwrotu nieróżniących się istotnie od warunkowych stóp zwrotu obliczonych z „oryginalnego” indeksu WIG40, uzyskano, posługując się modelem autoregresji AR(1)

z efektem GARCH (1,1). Stosując modele błędzenia losowego i modele autoregresji AR(1), uzyskuje się znacznie częściej symulacje dostarczające przeciętnych warunkowych stóp zwrotu istotnie różnych od stóp obliczonych z oryginalnych szeregów czasowych.

Bootstrapowe prawdopodobieństwa testowe bliskie zeru dla strategii wykorzystującej sygnały kupna i strategii mieszanej nie pozwalają na wyjaśnienie wysokich przeciętnych wartości średnich warunkowych stóp zwrotu indeksu mWIG40 dla obu tych strategii. Z kolei prawdopodobieństwa testowe bliskie 1 w przypadku strategii inwestycyjnej wykorzystującej spadki stóp zwrotu indeksu mWIG40 nie dają możliwości wyjaśnienia niskich przeciętnych stóp zwrotu dla strategii opartej na sygnałach sprzedaży. Podobne rezultaty uzyskano dla indeksu giełdowego małych spółek w odniesieniu do porównywanych strategii (tabela 4).

W przypadku indeksu WIG20 (tabela 4) symulacyjne prawdopodobieństwa testowe wskazywały z reguły na dobrą replikację stóp zwrotu (frakcja symulacji, które generowały warunkowe średnie stopy zwrotu przekraczające „oryginalne” stopy zwrotu była zazwyczaj wyższa od 5% i niższa od 95%), co znajduje potwierdzenie w wynikach klasycznych testów istotności (tabela 2). Można więc potwierdzić, że stosując strategię inwestycyjną wykorzystującą sygnały kupna, sprzedaży, czy strategię mieszaną inwestor giełdowy inwestujący w duże spółki nie zarobi istotnie więcej niż zarobiłby, stosując strategię „kup i trzymaj”. Wskazują na to rezultaty uzyskane dla wszystkich trzech modeli teoretycznych replikujących stopy zwrotu.

## 5. Podsumowanie

Z przedstawionych analiz wynika, że niezależnie od stosowanej strategii inwestycyjnej, najbardziej opłaca się inwestować w sektor małych spółek, natomiast najmniej opłacalne okazują się inwestycje w duże spółki. Zastosowanie filtracji słabszych sygnałów kupna i sprzedaży w postaci 1-procentowego „korytarza” wahań wokół długookresowej średniej kroczącej także potwierdza ten wniosek. Uwzględnienie w prowadzonej analizie kosztów transakcji, reprezentowanych przez prowizję dla inwestorów instytucjonalnych i indywidualnych [Jajuga 2008], umożliwiło porównanie efektywności strategii mieszanej stosowanej dla wybranych systemów średniej kroczącej w odniesieniu do indeksów WIG20, mWIG40 i sWIG80. Wyniki tego badania potwierdziły, że najbardziej efektywne są inwestycje w indeks sWIG80, zaś najmniej efektywne – w indeks WIG20. Ze wstępnych analiz empirycznych stóp zwrotu z porównywanych indeksów wynika m.in., że wykazują one autokorelację i nie mają rozkładu normalnego, w związku z czym

wyniki klasycznych testów istotności mogą być obciążone błędami. W związku z tym wyniki klasycznych testów statystycznych uzupełniono o analizę symulacyjną. Wyniki badań symulacyjnych potwierdziły również, że na ogół istniały istotne różnice pomiędzy warunkowymi średnimi stopami zwrotu uzyskanymi w drodze symulacji oraz warunkowymi stopami zwrotu z oryginalnych indeksów sWIG80 i mWIG40. W przypadku indeksu WIG20 symulacyjne prawdopodobieństwa testowe wskazywały przeważnie brak istotnych różnic pomiędzy warunkowymi stopami zwrotu otrzymanymi z danych symulacyjnych oraz z danych pochodzących z oryginalnego szeregu czasowego stóp zwrotu. Wyniki symulacji bootstrapowych zazwyczaj znajdowały potwierdzenie w wynikach klasycznych testów istotności.

## Literatura

- Brock W., Lakonishok J., LeBaron B. [1992], *Simple Technical Trading Rules and the Stochastic Properties of Stock Returns*, „Journal of Finance”, vol. 47.
- Czekała M. [1997], *Analiza fundamentalna i techniczna*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego we Wrocławiu, Wrocław.
- Gencay R. [1996], *Non-linear Prediction of Security Returns with Moving Average Rules*, „Journal of Forecasting”, vol. 15.
- Gerov M.I. [2005], *The Predictive Power and Economic Effectiveness of Trading Rules Strategies: Application of VMA (p, q, r) and TRB (p, r, d) Conditional Models to Canadian Equity Market*, Concordia University, Montreal.
- Isakov D., Hollistein M. [1999], *Application of Simple Technical Trading Rules to Swiss Stock Prices: Is It Profitable?*, „Financial Markets and Portfolio Management”, vol. 13, nr 1.
- Jajuga K., Jajuga T. [2008], *Inwestycje. Instrumenty finansowe, aktywa niefinansowe, ryzyko finansowe, inżynieria finansowa*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Kosiorowski D. [2012], *Statystyczne funkcje głębi w odpornej analizie ekonomicznej*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie”, Seria specjalna: Monografie, nr 208.
- Mielczarek B. [2007], *Metody próbkowania w symulacji Monte Carlo*, Prace Naukowe Instytutu Organizacji i Zarządzania Politechniki Wrocławskiej, nr 83, Wrocław.
- Murphy J.J. [1999], *Analiza techniczna rynków finansowych*, Wydawnictwo Finansowe WIG-Press, Warszawa.
- Osler C.L. [1998], *Identifying Noise Traders: the Head-and-Shoulders Pattern in U.S. Equities*, Federal Reserve Bank of New York, New York.
- Pring M.J. [1998], *Podstawy analizy technicznej*, WIG-Press, Warszawa.

### **An Application of the Bootstrap Method for Testing the Profitability of Selected Investment Strategies on the Warsaw Stock Exchange**

The paper presents selected technical trading rules on the Polish stock market along with an estimate of the market's profitability. Technical trading rules allow one to forecast changes to a stock price and identify buy and sell signals on Warsaw Stock Exchange. To do so, variable-length moving averages are applied to the main Polish stock indexes. To evaluate the economic effectiveness of the technical trading rules,  $t$ -statistics are used for testing the significance of the differences between average returns and the bootstrap techniques.

**Keywords:** technical analysis, moving average, bootstrap method, GARCH model.

*Paweł Wołoszyn*

Katedra Systemów Obliczeniowych  
Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie

# Złożoność organiczna jako nowe ujęcie złożoności systemów ekonomicznych

## Streszczenie

Systemy ekonomiczne i społeczne należą do szerokiej klasy systemów złożonych stanowiących przedmiot zainteresowania licznych dziedzin nauki. Istnieje wiele ujęć złożoności takich systemów różniących się sposobem definiowania i objaśniania źródeł skomplikowanych zachowań. Ponieważ złożoność jest jednak zjawiskiem powszechnym i w przyrodzie, wydaje się uzasadnione poszukiwanie pewnego uniwersalnego wzorca powtarzalnego we wszystkich rodzajach systemów złożonych. W tym artykule przedstawiono nową koncepcję złożoności organicznej rozumianej jako zespół trzech atrybutów: asymetrii, mnogości i interaktywności elementów systemu. System posiadający te cechy będzie dysponować zdolnością wytwarzania złożonych struktur lub zachowań. Prezentowane podejście może być przydatne w tworzeniu modeli ekonomicznych i społecznych systemów złożonych.

**Słowa kluczowe:** systemy złożone, modele agentowe, symetria, samopodobieństwo.

## 1. Wprowadzenie

Organizacje i struktury społeczno-ekonomiczne należą do systemów, które można określić mianem złożonych. Rozpiętość skal, bogactwo zjawisk, różnorodność zachowań, nieprzewidywalność dynamiki, nieregularność procesów czy trudność w konstruowaniu matematycznych modeli to cechy charakteryzujące nie tylko systemy ekonomiczne, lecz również społeczeństwa ludzi, ekosystemy, sieci

komputerowe, kolonie mrówek i wiele innych systemów stanowiących przedmiot badań licznych dziedzin nauki. Ubiegłe stulecie przyniosło zdecydowany wzrost zainteresowania złożonością wśród dyscyplin akademickich, który w ciągu ostatnich kilku dekad zaowocował powstaniem wielu koncepcji i teorii naukowych. Początkowo obszarem badań systemów złożonych była cybernetyka czy ogólna teoria systemów, a także teoria chaosu deterministycznego – a więc te gałęzie nauki, które w naturalny sposób zajmowały się informacją i dynamiką procesów. Z biegiem czasu pozwoliło to wykształcić nowe metody opisu i badania zjawisk złożonych, które przeniknęły do nauk przyrodniczych, społecznych czy ekonomicznych [Castellani i Hafferty 2009] i znalazły zastosowanie przy wyjaśnianiu wielu obserwowanych fenomenów zarówno w naturalnych, jak i stworzonych przez człowieka systemach.

Jednak obok badania konkretnych zjawisk złożonych interesującym polem eksploracji naukowej jest złożoność sama w sobie, potraktowana jako abstrakcyjna własność systemów dająca się analizować w oderwaniu od jej przejawów. Tak rozumiany przedmiot badań sprzyja formułowaniu teorii i koncepcji posiadających wysoki poziom ogólności, znajdujących później swoje odzwierciedlenie w bardzo odległych dyscyplinach opisujących pozornie zupełnie niezwiązane ze sobą zjawiska. Przykładem mogą posłużyć dziwne atraktory, samoorganizujące się stany krytyczne, bifurkacje i podwojenia okresu czy procesy perkolacji – pojęcia zaskakujące swoją uniwersalnością, spotykane w opisach różnych systemów biologicznych, elektronicznych, meteorologicznych, mechanicznych, chemicznych i wielu innych. Nie zawsze chronologia odkryć i prac nad tymi koncepcjami prowadzi od domeny abstrakcyjnej do konkretnych egzemplifikacji – bardziej naturalny jest raczej odwrotny scenariusz, w którym badacz najpierw obserwuje wybrane konkretne zjawisko, a dopiero później dokonuje uogólnienia dostrzeżonej prawidłowości.

Niemniej jednak uniwersalna, wszechobecna złożoność staje się również pociągającym przedmiotem prac badawczych prowadzonych od początku na płaszczyźnie abstrakcyjnej, których oś poznawcza prowadzi od ogólnych koncepcji do konkretnych zastosowań. Efektem połączenia obu kierunków jest nauka o złożoności – nieformalna jeszcze dyscyplina leżąca na pograniczu wielu dziedzin, która sama nie doczekała się do tej pory odrębnego i jednoznacznie określonego miejsca w strukturze współczesnej wiedzy, a zamiast tego pozostaje rozproszona wśród innych obszarów nauki [Waldrop 1992]. Szczególny wkład w rozwój wiedzy o złożoności wnosi technologia informatyczna, która, intensywnie rozwijając się zarówno pod względem ilościowym i jakościowym, dostarcza nowych narzędzi służących prowadzeniu eksperymentów symulacyjnych, budowaniu modeli obliczeniowych czy gromadzeniu i zautomatyzowanej analizie obszernych zbiorów danych opisujących skomplikowane zachowania systemów.



W miarę rozwoju możliwości magazynowania, transmisji i przetwarzania informacji technika komputerowa dostarcza także nowych problemów badawczych, stwarzając nieznane dotąd środowiska i obiekty. Na przykład sieci komputerowe spajające miliony urządzeń w skali globalnej stają się niemalże całym ekosystemem, w którym zachodzi ewolucja oprogramowania, konkurencja o ograniczone zasoby czy optymalizacja dopasowania do środowiska. Cywilizacja ludzi, wykorzystując ową technologię, również wytwarza nieznane wcześniej systemy społeczno-ekonomiczne, buduje sieci relacji międzyludzkich, konstruuje wirtualne organizacje, produkuje niematerialne, cyfrowe dobra, wynajduje nowe formy handlu czy produkcji. Ta sama zatem technika, która pomaga w badaniu skomplikowanych i rozległych systemów, przyczynia się jednocześnie do dalszego wzrostu ich złożoności.

Podobnie więc, jak w wielu dziedzinach nauk przyrodniczych i technicznych, tak i w ekonomii i naukach o zarządzaniu rośnie zainteresowanie złożonością jako atrybutem systemów, jak również metodami jej eksperymentalnego wytwarzania, symulowania, kontrolowania czy prognozowania. Skłania to do poszukiwań pewnych uniwersalnych właściwości, których obecność z jednej strony powtarza się w różnorodnych systemach naturalnie występujących, z drugiej strony byłaby pożądana w sztucznie konstruowanych modelach. Odnalezienie takiego zestawu cech ma wartość nie tylko poznawczą, lecz również praktyczną, pozwala bowiem skierować uwagę badacza na istotne atrybuty decydujące o występowaniu przejawów złożoności w rzeczywistych systemach, ułatwiając ich odzwierciedlenie w konstrukcji modeli. W niniejszej pracy podjęto próbę wyłonienia takiego właśnie zestawu atrybutów, która prowadzi do sformułowania nowego ujęcia złożoności, nazwanego złożonością organiczną.

## 2. Różne ujęcia złożoności

Zachowania złożone można obserwować w systemach należących do obszaru każdej niemal dziedziny nauk. Jako jeden z najwcześniejszych przykładów usystematyzowanych badań złożoności w nowożytnej nauce można przytoczyć rozważane przez H. Poincaré problemy natury astronomicznej, dotyczące ruchu układu mas w ich własnych polach grawitacyjnych [Diacu 1996]. Z kolei późniejsze badania nad chaosem deterministycznym zapoczątkowane przez E. Lorenza [1963] obejmowały pierwotnie zjawiska meteorologiczne, związane z przepływem mas powietrza w atmosferze. Sięgając po przykład z innej dziedziny, można wymienić badania struktur dyssypatywnych, które na gruncie chemii prowadził I. Prigogine [1961]. Pojęcie złożoności nie ogranicza się jednak tylko do nauk przyrodniczych

i pojawia się coraz częściej w pracach z zakresu ekonomii, zarządzania, socjologii, ekologii, biologii i wielu innych obszarów.

Biorąc pod uwagę różnorodność zjawisk i systemów można spodziewać się rozmaitych podejść w badaniach złożoności, którą interpretuje się i opisuje na wiele sposobów, upatrując zasadniczych atrybutów złożoności w odmiennych cechach struktury i dynamiki systemów. Dla przedstawiciela nauk o zarządzaniu istotne będą na przykład takie właściwości, jak zdolność do adaptacji i uczenia się jednostek i całych organizacji, umiejętność komunikowania się oraz kooperacji, które sprawiają, że zbiorowości zachowują się w bardziej skomplikowany sposób niż ich części, przy czym może to dotyczyć nie tylko ludzkich organizacji, ale także zbiorowości agentów informatycznych. Dla inżyniera badającego układy o dynamice chaotycznej istotne znaczenie będzie miała silna wrażliwość na warunki początkowe, trajektoria systemu w przestrzeni stanów, obecność atraktorów czy gwałtowne przejścia między regularnymi i nieregularnymi zachowaniami. Informatyk zwróci uwagę na wymagania obliczeniowe i pamięciowe implementowanych algorytmów, postrzegając zazwyczaj złożoność jako ilościową, niepożądaną cechę procesów obliczeniowych. W przeciwieństwie do tego specjalista kryptografii będzie interpretował złożoność jako zaletę metod utajniania informacji decydującą o ich bezpieczeństwie i odporności na próby ataków. Ujęcia złożoności mogą być więc w zależności od dyscypliny zarówno bardzo ogólne, jak i niezwykle wąsko wyspecjalizowane.

Wraz z rosnącym wykorzystaniem metod obliczeniowych i podejść agentowych w tworzeniu modeli i badaniu zachowania się systemów w naukach ekonomicznych pojęcie złożoności odgrywa coraz większą rolę. W zależności od sposobu opisu zjawisk i przyjętego programu badawczego spotyka się różne określenia złożoności. Na przykład za zjawiska złożone można uznać takie, do których analizy konieczne jest użycie zbiorów cech i nawet po ich wyselekcjonowaniu metodami statystycznymi nie udaje się ograniczyć opisu zjawiska do pojedynczej zmiennej [Pawełek 2008]. Inne ujęcia kładą nacisk na niestabilność systemów spowodowaną niustannymi zmianami zachodzącymi w tworzących je populacjach, co dla modeli prognostycznych stanowi duże wyzwanie, czyniąc przewidywania oparte na danych pochodzących z obserwacji systemu znajdującego się w jednej fazie dynamiki, na przykład wzroście gospodarczym, nieadekwatnymi do sytuacji w innej fazie, na przykład recesji [Pociecha i Pawełek 2010]. Inni badacze kierują się ku aspektom sieciowym, dynamicznym, agentowym, ewolucyjnym czy adaptacyjnym, by wymienić tylko kilka przykładów z szerokiego spektrum podejść badawczych do problemu złożoności w naukach ekonomicznych [*Modeling Complexity...* 2002]. Część z tych podejść koncentruje się na obecności powiązanych sprzężeniami zwrotnymi licznymi agentów, dokonujących wyborów na podstawie swoich oczekiwań co do analogicznych wyborów podejmowanych

przez resztę populacji. Wzajemne wykluczanie się trafności prognozy przewidywanej, jak postąpią inni, oraz możliwości zdecydowania na jej podstawie, jak postąpić samemu [Challet i Zhang 1997], wytrąca system z równowagi i trwale uniemożliwia jej osiągnięcie, nadając mu w ten sposób złożony, nieustannie zmienny charakter [Arthur 1999]. Odmierna perspektywa zwraca uwagę na własności systemów złożonych związane z występowaniem w nich samoorganizujących się stanów krytycznych. W systemach tego rodzaju drobne bodźce o lokalnym charakterze kumulują się, by wyzwolić niekiedy burzliwe globalne efekty o charakterze przejść fazowych [Scheinkman i Woodford 1994].

Dokonując próby systematyzacji rodzajów złożoności w systemach społeczno-ekonomicznych i przyjmując sposób manifestowania się złożoności jako podstawę typologii, można wyróżnić cztery zasadnicze kategorie [Mesjasz 2010]: złożoność rekursywną, poznawczą, chaotyczną i obliczeniową. Złożoność rekursywna wynika albo z konstrukcji logicznej odnoszącej się do samej siebie – tak jak w przypadku rozstrzygania problemów za pomocą tego samego systemu formalnego, w którym są osadzone, albo z obecności wewnętrznych zwrotnych relacji między opisywanym systemem i obserwującymi go podmiotami. Złożoność poznawcza jest konsekwencją podstawowego związku obserwatora i przedmiotu badań egzystujących w tej samej rzeczywistości, w której umysł i świadomość badacza zakłóca jego percepcję, a nieokreśloność i subiektywizm znaczeń nadawanych obserwacjom utrudnia zrozumienie i komunikację pomiędzy podmiotami. Złożoność chaotyczna jest właściwością nieliniowych systemów dynamicznych o nieregularnym zachowaniu, silnie wrażliwych na zmiany warunków początkowych, które utrudniają lub wręcz uniemożliwiają przewidywanie stanów przyszłych, co wiąże tę kategorię ze złożonością poznawczą. Złożoność obliczeniowa wiąże się z problemami o zróżnicowanej trudności, jaką sprawiają przy rozwiązywaniu ich metodami algorytmicznymi. Ta kategoria obejmuje wiele problemów, od zadań wykonywalnych w dającym się akceptować czasie, poprzez problemy rozwiązywalne jedynie w sposób przybliżony, aż do kwestii całkowicie nierozstrzygalnych w drodze obliczeniowej [Arora i Barak 2009]. W rzeczywistych systemach, na które składają się inteligentni i świadomi ludzie, powyższe charakterystyki występują jednocześnie, co skłania do określenia systemów społecznych mianem „złożonych złożoności” [Mesjasz 2009].

### 3. Powszechność złożoności

Pomimo tak wielu zróżnicowanych sposobów opisu i badania złożoności wynikających z odmiennych perspektyw postrzegania przedmiotu badań przez odmienne, odległe niekiedy dyscypliny nauki, sama złożoność wydaje się atry-

butem bardzo uniwersalnym i powszechnym. Różni badacze reprezentujący poszczególne obszary wiedzy naukowej mogą analizować to samo zjawisko, stosując za każdym razem odmienne systemy pojęć i metody pracy. Zjawiska zachodzące w systemach społeczno-ekonomicznych są dobrym tego przykładem, gdyż można opisywać je, używając koncepcji statystycznych, informatycznych, cybernetycznych, socjologicznych, fizycznych czy biologicznych, za każdym razem definiując złożoność w inny, specyficzny dla danego podejścia sposób. Nie oznacza to jednak, że złożoność tych systemów jest wewnętrznie zróżnicowana, wywodzi się z odrębnych źródeł czy wymaga innych warunków, by mogła się ujawnić. Przytoczone powyżej ujęcia i klasyfikacje dotyczą raczej różnych przejawów i konsekwencji złożoności, nie poszukując przy tym pewnego wspólnego wzorca leżącego u podłoża wszystkich tych odmian złożoności.

Postęp wiedzy o złożoności i rozwój metod jej poznawania skłania jednak do wyciągnięcia wniosku, że poszczególne jej warianty i manifestacje powinny posiadać uniwersalne podłoże. Przemawia za tym nie tylko estetyczne kryterium elegancji zunifikowanych teorii w nauce, ale przede wszystkim to, że osiągnięcia jednej dyscypliny zajmującej się określoną klasą systemów można adaptować do badania systemów tradycyjnie zarezerwowanych dla innych, odrębnych gałęzi nauki. Przykładem dobrym i aktualnym pod względem bieżącego zainteresowania ośrodków akademickich mogą służyć modele agentowe wywodzące się z idei pierwotnie związanych z cybernetyką, a znajdujące zastosowanie w ekonomii, biologii, medycynie, socjologii i wielu innych dziedzinach. Pomiędzy przedmiotami i metodami badań nad złożonością rysuje się wobec tego relacja przypominająca związek wiele-do-wielu, w której systemy złożone i metody użyte do ich opisu występują w rozmaitych, różnie dobranych konfiguracjach.

Złożoność zdaje się zatem cechą uniwersalną i jednorodną, posiadającą to samo znaczenie i wywodzącą się z tych samych źródeł bez względu na rodzaj i naturę zjawiska, w którym się przejawia. Występowanie różnych typów i odmian złożoności może być swoistym wrażeniem wynikającym z konieczności zawężenia kontekstu jej obserwacji i analizy do obszaru odpowiadającego jednej, wybranej dyscyplinie, którą reprezentuje badacz posługujący się charakterystyczną metodologią badań i wyznaczający sobie ściśle określone cele poznawcze. Rozwiązując problemy logistyczne w systemie ekonomicznym tworzonym przez ludzkie społeczeństwo, dostrzega się złożoność algorytmiczną; badając sieci relacji międzyludzkich, napotyka się złożoność strukturalną czy fraktalną; obserwując zachowania organizacji czy opracowując metody zarządzania nimi, dotyka się złożoności behawioralnej, organizacyjnej, komórkowej. W każdym przypadku dotyka się tylko fragmentu większej całości, jaką stanowi złożoność rozumiana jako pewna uniwersalna własność natury. Z tego względu przytoczone wcześniej próby usystematyzowania form złożoności, jak na przykład typologia opisana

w pracy C. Mesjasza [2010], nie prowadzą do wydzielenia rozłącznych klas, lecz raczej zazębiających się obszarów, a ponadto te systematyki same nakładają się oraz wzajemnie uzupełniają.

Nie jest to sytuacja zarezerwowana jedynie dla nauk zajmujących się systemami społecznymi i ekonomicznymi. Podobne wrażenie odmienności zjawisk posiadających w rzeczywistości wspólną naturę można spotkać także w naukach przyrodniczych i technicznych, ograniczających perspektywę obserwacji zjawisk do wybranego wąskiego zakresu i skupiających się na manifestacjach pierwotnych fenomenów, które są na tyle odległe od ich podstawowych mechanizmów, że wytwarzają złudzenie całkowitej odrębności. Przykładem mogą być oddziaływania elektromagnetyczne obecnie uznawane za jedną z czterech podstawowych, uniwersalnych sił przyrody i decydujące o przebiegu zjawisk, które przez wiele stuleci w ogóle nie były traktowane jako spokrewnione ze sobą. Reakcje chemiczne zachodzące podczas spalania drewna czy wzrostu roślin, działanie przekładni pasowej czy elektrycznej żarówki, postrzeganie barwy, dźwięku bądź dotyku ludzkimi zmysłami albo praca komputera generującego wirtualne krajobrazy – to wszystko przejawy tego samego oddziaływania, niedającego się ograniczyć tylko do tradycyjnie pojmowanego magnetyzmu i elektryczności, których wydzielenie z bogactwa procesów otaczających człowieka w jego środowisku jest sztucznym zabiegiem i nie odpowiada rzeczywistości.

Podążając dalej tym tokiem rozumowania, można przyjąć pogląd, według którego wyodrębnianie systemów złożonych spośród mnogości różnorodnych systemów będących przedmiotem obserwacji człowieka nie odpowiada w pełni naturalnemu porządkowi rzeczy. Złożoność nie stanowi cechy obecnej lub nieobecnej w rozważanych układach, lecz przeciwnie, jest cechą pierwotną, wszechobecną w całej przyrodzie i uniwersalną zarówno w odniesieniu do systemów naturalnych, jak i tych stworzonych sztucznie przez człowieka. Tak rozumiana złożoność może w niektórych systemach ujawniać się w postaci skomplikowanych zachowań bądź struktur, w innych zaś pozostawać niedostrzegalna do czasu zaistnienia okoliczności, które pozwolą ją uwydatnić. Nawet gdy złożoność nie manifestuje się w sposób jawny, wciąż pozostaje obecna w systemie, tak jak oddziaływania fizyczne, które nie zawsze muszą być obserwowalne, choć są stale obecne. Aby przekonać się na przykład o złożoności przestrzennej struktury wody, trzeba ją najpierw zamrozić do postaci płatków śniegu – lecz samo oziębienie nie wnosi nic nowego do właściwości, a jedynie stwarza okazję do ujawnienia się złożoności. Podobnie, aby zaobserwować skomplikowane zachowania tłumu ludzi, trzeba najpierw zebrać odpowiednią liczbę osób, choć samo ich zgromadzenie nie powoduje zmian charakterów i osobowości, lecz tylko pozwala zaobserwować niektóre zachowania na co dzień niedostrzegalne.

Przyjmując, że złożoność tkwi w samej naturze i nie jest konsekwencją pewnych cech posiadanych przez systemy, lecz raczej podłożem, na którym te specyficzne cechy mogą się ujawniać, można zauważyć, że badanie złożoności prowadzi do odśłonięcia istotnych właściwości całej przyrody, a nie tylko wybranych jego fragmentów. Oznacza to, że prace zmierzające do poznania złożonych układów fizycznych, biologicznych czy chemicznych pozwalają w jakimś stopniu również lepiej zrozumieć zachowania systemów ekonomicznych i ludzkich organizacji. Podobna relacja zachodzić będzie także w kierunku przeciwnym: dokonania nauk ekonomicznych w zakresie wyjaśniania skomplikowanych zjawisk i zachowań obserwowanych w gospodarce i funkcjonowaniu organizacji będą wzbogacać także inne dziedziny nauki i dostarczać im nowych koncepcji pomocnych w badaniu złożoności systemów o pozaekonomicznym charakterze.

Przeniesienie złożoności niejako poza system, w stronę natury, w której pozostaje on zanurzony, powoduje, że można zadać ponownie pytanie o znaczenie pojęcia systemu złożonego. Różne przytoczone wcześniej spojrzenia na złożoność systemów ekonomicznych i społecznych dotyczyły pewnych własności przypisanych samemu rozważanemu systemowi. Jednak skoro system nie wytwarza złożoności sam w sobie, lecz dziedziczy ją ze swojego podłoża, stając się jedynie środowiskiem odpowiednim do tego, by tę podstawową złożoność można było zaobserwować w jej zachowaniu bądź strukturze, to czy wobec tego określenie „złożony” używane w stosunku do systemu trafnie oddaje taką sytuację? Jeżeli złożoność nie jest atrybutem konkretnego systemu, lecz bardziej uniwersalną własnością przyrody, wówczas należałoby używać raczej określenia system, w którym ujawnia się złożoność – dosyć niewygodnego, choć bliższego prezentowanej tu perspektywie postrzegania złożoności. Sformułowanie system złożony jest bardzo silnie rozpowszechnione i zdecydowanie bardziej poręczne, wobec czego zastępowanie go inną konstrukcją językową nie wydaje się celowe. Przypominałoby to analogiczną próbę zastąpienia w fizyce terminu obwód elektryczny określeniem układ, w którym manifestują się zjawiska elektryczne, mimo że byłoby ono bliższe prawdzie, skoro zjawiska te są wszechobecne w przyrodzie i głęboko wrośnięte w naturę fizykalnego świata. W niniejszych rozważaniach pojęcie systemu złożonego jest więc używane zgodnie z powszechnym zwyczajem, choć zyskuje nową interpretację: jest to system, w którym wszechobecna złożoność przyrody manifestuje się w obserwowalny sposób.

#### **4. Złożoność organiczna**

Przedstawione stanowisko dotyczące powszechności i uniwersalności tego, co nazywa się złożonością, skłania do poszukiwań pewnego wzorca powtarzalnego

w szerokim zakresie badanych systemów wykazujących skomplikowane zachowania bądź nietrywialną strukturę. Nie chodzi tu jednak o wzorzec szczególnego zachowania czy struktury, przeciwnie, dotyczyć powinien on raczej takich atrybutów systemu, które obecne są zanim jeszcze będzie obserwowalne złożone zachowanie i zanim system przyjmie złożoną strukturę. Poszukiwać należy więc ogólnego planu powracającego w systemach istniejących spontanicznie i naturalnie, w wielu różnych skalach i w rozmaitych obszarach przyrody, a także kultury i cywilizacji człowieka.

Systemy złożone spotykane w różnorodnych kontekstach nie mają charakteru monolitycznego, przeciwnie, zbudowane są z wielu elementów. Systemy gospodarcze państw składają się z licznych organizacji, społeczności tworzone są przez wiele osób, podobnie jak ławice ryb czy kolonie mrówek złożone są z tysięcy osobników. Każdy rozbudowany organizm, w tym również człowiek, składa się z wielu komórek, a każda z nich z kolei z licznych makromolekuł – te hierarchiczne podziały można kontynuować, dochodząc do cząstek elementarnych, na których poziomie obecnie rozciąga się granica tego, co współczesna fizyka uważa za niepodzielne. Jeżeli przyjąć, że złożoność jest wszechobecna w naturze, to potencjał wytwarzania owej złożoności musi być zawarty już w elementarnych składnikach całości systemu.

Można zatem konsekwentnie zadawać pytanie o źródło tego potencjału. Jakie własności obiektów powodują, że w ich zbiorowości może ujawniać się bogactwo złożonych zachowań, niekiedy na bardzo odległych piętrach hierarchicznej organizacji? Które atrybuty ludzkiego umysłu stwarzają podłoże dla chaotycznych wahań notowań giełdowych lub samopodobnej struktury wielkomiejskich aglomeracji? Jakie własności komórek nerwowych pozwalają sprawnie zarządzać organizacjami, rozwiązywać problemy optymalizacyjne, uczyć się i adaptować do zmiennych warunków? Jakie cechy atomu węgla sprawiają, że życie biologiczne oparte na związkach tego pierwiastka może przejawiać skomplikowane, społeczne formy? Kwestie te, choć mogą wydawać się aż nazbyt fundamentalne, nie mają jednak zmierzać do poznania, jaki jest dokładny mechanizm odpowiedzialny za takie właśnie zachowania realnych systemów. Ich celem jest ustalenie, które spośród właściwości elementów składowych systemu są niezbędne, by móc spodziewać się ujawnienia złożoności, niezależnie od jej faktycznej postaci, a także po usunięciu których system przestanie być złożony.

Jako odpowiedź na powyższe pytania można wprowadzić pojęcie złożoności organicznej charakteryzującej się następującymi cechami: asymetrią elementów, mnogością elementów, istnieniem oddziaływań pomiędzy elementami. W systemach posiadających wszystkie te trzy cechy będą istnieć warunki do ujawnienia się złożoności nie wskutek narzuconego im z zewnątrz zachowania bądź wymuszonej struktury, lecz dzięki samym tym wrodzonym własnościom. Obecność

różnorodnych symetrii oraz ich specyficznych naruszeń warunkuje istnienie obiektów przyjmujących odróżnialne od siebie stany, wielość tych obiektów dostarcza kombinatorycznego podłoża, na którym z kolei oddziaływania między elementami mogą dynamicznie kształtować rozbudowane struktury. W ten sposób złożoność wywodząca się z wymienionych trzech własności systemów jest w istocie bardzo naturalna w sensie bliskości fundamentalnym własnościom rzeczywistych systemów obserwowanych w przyrodzie.

Warto także rozważyć znaczenie proponowanej tu nazwy złożoności organicznej. Przymiotnik organiczny użyty jest w tej frazie w znaczeniu podkreślającym ścisły, fundamentalny, naturalny i nierozzerwalny związek tej złożoności z systemem, który ją prezentuje. Organiczny znaczy więc wrośnięty, przyrodzony, stanowiący spójną całość. Jest to użycie podobne do takich sformułowań, jak wojskowa jednostka organiczna (jednostka stanowiąca permanentną część składową większej jednostki), prawo organiczne (zbiór aktów prawnych konstytuujących podstawy funkcjonowania rządu lub organizacji) czy organiczne wyszukiwanie (w wyszukiwarce internetowej rezultaty przeszukiwania autentycznych zasobów sieciowych, a nie płatnych ogłoszeń). Słowo to nie musi oznaczać więc żadnego związku ze złożonością obserwowaną wśród organizmów żywych, choć etymologiczne powiązania sprawiają, że przenoszenie cech organizmu na złożone organizacje jest częstą metaforą spotykaną w koncepcjach systemów ekonomicznych [Morgan 2008], której przykłady można znaleźć w polskiej tradycji już w pracach K. Adamieckiego [Czech 2007]. Nawiązując do konotacji biologicznych, całkowicie skądinąd uzasadnionych, można przenieśnie stwierdzić, że ten rodzaj złożoności jest wrośnięty w system i nie daje się z niego usunąć poprzez rozszczepienie na pojedyncze elementy, z których każdy jest w stanie dać początek nowej złożoności, jeśli tylko zostanie dostatecznie zwielokrotniony. Zamieniając porządek wyrazów, można określić taki system jako organicznie złożony.

Wymienione własności asymetrii, liczości i obecności oddziaływań nie tylko dają się odszukać w systemach ekonomicznych i społecznych, ale mają również dużo bardziej uniwersalny charakter. W odniesieniu do układów socjoekonomicznych cechy te stanowią ekonofizyczne metafory, które pozostają w ścisłym związku z równoległymi koncepcjami rozważanymi we współczesnej fizyce i wyrastającymi z potrzeby wyjaśnienia istotnych kwestii dotyczących natury fizycznej rzeczywistości. Przyroda, będąc źródłem wszechobecnej złożoności, a jednocześnie stanowiąc realne środowisko działania człowieka i jego wytworów, może dostarczać inspiracji przy budowaniu modeli zjawisk i procesów ekonomicznych, które tylko pozornie są odległe od obszaru badań nauk przyrodniczych. Nie jest przypadkiem więc, że cechy systemów organicznie złożonych mają także swoje fizyczne interpretacje.



Asymetria elementów systemu wprowadza zdolność przyjmowania przez nie rozróżnialnych stanów. Można interpretować ją czysto geometrycznie jako brak symetrii pozwalający odróżnić poszczególne orientacje obiektów w przestrzeni, zmiany ich położenia i obroty. Tego rodzaju asymetrię posiadają na przykład figury składające się na nieperiodyczne parkietaże, których wzory nigdy nie ulegają powtórzeniu. Jednak w stosunku do systemów ekonomicznych, wykazujących dynamiczny charakter, bardziej odpowiednia jest inna interpretacja asymetrii jako obecności pewnej liczby zmiennych stanu, które są eksponowane na zewnątrz elementów i pozwalają odróżniać je od siebie, a także obserwować zachodzące zmiany. Dzięki złamaniu symetrii możliwe staje się rozróżnianie tożsamości obiektów, przez co system staje się wewnętrznie różnorodny, złożony, a elementy mogą zachowywać się indywidualnie, niezależnie oraz dają się zestawiać w struktury o odmiennych konfiguracjach. Należy pamiętać, że system składa się z wielu elementów, więc nawet jeśli asymetria pojedynczego obiektu jest znikoma i ogranicza się tylko do jednej binarnej zmiennej stanu, to w miarę przybywania ich ilości liczba możliwych stanów całego systemu rośnie wykładniczo.

Można zauważyć, że pojęcie asymetrii znajduje też swoją bardziej humanistyczną interpretację w nowoczesnych koncepcjach zarządzania organizacjami inteligentnymi. Różnorodność i odmienność ludzi pod względem kulturowym w tym kontekście staje się pożądaną cechą [Stańczyk 2007]. Podobnie różnice w poglądach, doświadczeniach, kompetencjach i wyrobionych sposobach rozwiązywania problemów przez pracowników są cennym kapitałem przedsiębiorstwa [Borowska 2008]. Różnorodność agentów ekonomicznych odgrywa również kluczową rolę w ewolucyjnej dynamice organizacji [Cohendet i Llerena 1998]. Brak asymetrii, a więc pełna symetria elementów systemu powoduje, że obiekt zachowuje niezmienną pomimo zmian zachodzących w systemie – tak jak doskonała sfera pozostaje w tym samym stanie bez względu na próby jej obracania. Geometrycznym przykładem może służyć fraktalny trójkąt Sierpińskiego, który tylko pozornie jest złożony, w rzeczywistości zaś jest nieskończenie monotony, do jego opisanego wystarcza bardzo niewiele informacji, a w jego strukturze panuje wciąż powracająca symetria. Bardziej ekonomiczną ilustracją mogłoby być hipotetyczne społeczeństwo złożone z klonów tej samej osoby: gdyby wszyscy ludzie zachowywali się w pełni symetrycznie, nie mógłby istnieć handel, wykluczona byłaby konkurencja i nie powstawałyby żadne organizacje posiadające struktury zarządcze.

Mnogość elementów jest konieczna, by ich asymetria mogła ujawnić się w różnorodności konfiguracji. Duża liczba obiektów pomnaża liczbę zmiennych stanu systemu i otwiera drogę do złożoności o charakterze kombinatorycznym. Wiele rozróżnialnych elementów może tworzyć przestrzenne układy, zajmując określone położenia, dzięki czemu system zyskuje wewnętrzną organizację,

której interpretacja zależy od przyjętego w danym modelu rozumienia pojęcia przestrzeni. Im więcej system zawiera elementów, tym większa jest jego potencjalna złożoność i tym więcej informacji może być konieczne do pełnego opisanego jego stanu jednak pod warunkiem, że asymetria wzbogaca mnogość składników o możliwość rozróżnienia poszczególnych ich konformacji [Lin 2008]. Sama liczebność elementów bez naruszonej symetrii nie zapewnia jeszcze tego poziomu złożoności: miliard symetrycznych atomów obojętnego gazu utworzy jedynie bezkształtną chmurę, podczas gdy zaledwie kilka tysięcy atomów zdolnych do wytwarzania zorientowanych przestrzennie wiązań może zbudować cząsteczkę białka o zaskakująco skomplikowanej architekturze.

Wprawdzie niektóre zjawiska wykazują złożoność już przy niewielkiej liczbie elementów tworzących układ, jak na przykład wspomniany problem trzech ciał, jednak w wielu spotykanych na co dzień systemach zbyt mała liczebność elementów może stłumić złożoność. Wyraźnie jest to widoczne w przypadku zagadnień o charakterze optymalizacyjnym, takich jak często spotykany w zagadnieniach ekonomicznych problem komiwojażera. Należy on do problemów NP-trudnych i jego dokładne rozwiązanie wymaga nakładów pracy rosnących wykładniczo wraz z liczbą miast. Jednak problemy NP-trudne dla niewielkich zbiorów danych wydają się bardzo proste, człowiek może bez większego trudu rozwiązać ręcznie problem komiwojażera dla kilku miast. Nawet jeżeli elementy systemu same w sobie wykazują skomplikowaną dynamikę, to przy zbyt małej ich liczbie nie wzniosą się na wyższy poziom złożoności. Choć samotny Robinson Crusoe jest w stanie ucywilizować bezludną wyspę, to mimo wszystko nie zdoła zbudować na niej złożonego społeczeństwa posiadającego w pełni rozwiniętej gospodarki czy administracji publicznej.

Oddziaływania pomiędzy elementami systemu są wreszcie trzecim komponentem odpowiedzialnym za wystąpienie złożoności. Oddziaływania te muszą być integralną częścią systemu, dzięki której obiekty zmieniają swoje stany bez potrzeby ingerencji zewnętrznego czynnika pochodzącego spoza systemu. Dobrym przykładem w fizyce może być grawitacja napędzająca ruch obiektów astronomicznych, zaś w społeczeństwie ludzi – obecność relacji międzyludzkich, skłaniających do nawiązywania znajomości, rozwijania kooperacji bądź konkurencji czy tworzenia grup i lokalnych społeczności. Dzięki oddziaływaniom system otrzymuje wewnętrzny napęd, stając się systemem dynamicznym. Interakcje między elementami pozwalają ujawnić się niesymetriom, prowadząc do wytworzenia nietrywialnych struktur, przez co system w pewnym sensie samorzutnie eksploruje ukryte w nim zasoby złożoności [Axelrod i Cohen 2001].

Brak oddziaływań powoduje, że poszczególne elementy są od siebie odizolowane w kontekście systemu i dopiero siły spoza niego będą mogły nadać systemowi określoną konfigurację. Nie jest to wówczas system złożony sam w sobie,

lecz jedynie podlegający wpływowi innego systemu złożonego. Przypomina to armię figur szachowych niezdolnych do wykonania samodzielnego ruchu, która swój złożony układ na szachownicy zawdzięcza jedynie wyrafinowanej strategii zrodzonej w umyśle gracza. Podobnie będzie zachowywać się personel obsługujący skomplikowany proces produkcyjny w przedsiębiorstwie: pracownicy mogą wykonywać złożone czynności zgodnie z wyuczonym planem, ale nie będą zdolni samodzielnie stworzyć takiego procesu od podstaw, jeśli nie będą odczuwali zależności i powiązań pomiędzy pełnionymi rolami.

Oddziaływania nie muszą jednak być rozumiane dosłownie jako siły, które poruszają obiekty. Warto pamiętać, że obecność oddziaływań oznacza także obecność pewnej formy energii, to zaś wprowadza w systemie możliwość rozróżniania stanów mniej lub bardziej korzystnych energetycznie. Zakorzeniona w całej naturze dążność do minimalizacji energii zgromadzonej w systemach nie tylko napędza ich dynamikę, ale także stanowi kryterium porównywania układów prostych i złożonych nawet wówczas, gdy pozostają statyczne. Przykładem takiej energetycznej interpretacji oddziaływań może ponownie być problem komiwożera: koszt podróży między miastami stanowi analogię energii oddziaływania pomiędzy nimi, a sama natura problemu optymalizacyjnego polega na minimalizacji łącznej energii cyklu hamiltonowskiego w grafie zupełnym. Usunięcie oddziaływań z takiego układu, a więc brak kosztów podróży powoduje, że trasy przestają być odróżnialne pod względem energetycznym – problem wyboru optimum przestaje więc istnieć.

## 5. Podsumowanie

Przedstawiona koncepcja złożoności organicznej stanowi oryginalne, całościowe ujęcie złożoności systemów społeczno-ekonomicznych, nieograniczające się jednak tylko do tego rodzaju zbiorowości. Układy elementów asymetrycznych, zwielokrotnionych i powiązanych oddziaływaniami występują również w wielu innych dziedzinach nauki zajmujących się systemami złożonymi. W podejściu organicznym kładzie się nacisk na te atrybuty systemów, które sprawiają, że naturalna złożoność jest na stałe wpisana w ich charakterystykę: oczekiwanie asymetrii, mnogości i interaktywności wynika z przyjęcia założenia o uniwersalnej naturze złożoności, według którego potencjał wytwarzania skomplikowanych form i zachowań nie tyle leży w specyficznej konstrukcji systemu, co przenika elementarne własności jego składników.

Wyróżnienie cech składających się na złożoność organiczną ma nie tylko wartość poznawczą, ale jest również istotne z perspektywy tworzenia modeli systemów złożonych, takich jak systemy ekonomiczne i społeczne. Konstruując

modele odzwierciedlające rzeczywistą budowę systemów złożonych, należałoby wyposażyć ich elementy w analogiczne cechy zapewniające konieczną zdolność wytwarzania złożoności. Modele posiadające postulowane atrybuty, a więc obejmujące liczne i rozróżnialne elementy oraz uwzględniające interakcje między nimi, będą dobrze odtwarzać naturalne cechy tych systemów, stanowiąc dogodne narzędzie ich badania. Z drugiej strony pozbawienie modelu systemu jednego z tych atrybutów odbierze mu możliwość prezentowania złożonej struktury bądź zachowań. Wydaje się więc wskazane, by w metodach badania systemów ekonomicznych i społecznych uwzględniać cechy złożoności organicznej już na etapie tworzenia modeli i prowadzenia symulacji.

## Literatura

- Arora S., Barak B. [2009], *Complexity Theory: A Modern Approach*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Arthur W.B. [1999], *Complexity and the Economy*, „Science”, vol. 284, nr 5111.
- Axelrod R., Cohen M.D. [2001], *Harnessing Complexity: Organizational Implications of a Scientific Frontier*, Simon & Schuster, New York.
- Borowska A. [2008], *Zarządzanie różnorodnością*, Zeszyty Naukowe Politechniki Białostockiej. Ekonomia i Zarządzanie, nr 12.
- Castellani B., Hafferty F.W. [2009], *Sociology and Complexity Science. A New Field of Inquiry*, Springer, Berlin.
- Challet D., Zhang Y.C. [1997], *Emergence of Cooperation and Organization in an Evolutionary Game*, „Physica A: Statistical and Theoretical Physics”, vol. 246, nr 3–4.
- Cohendet P., Llerena P. [1998], *Theory of the Firm in an Evolutionary Perspective: A Critical Development*, „Competence, Governance and Entrepreneurship”, Druid, Copenhagen.
- Czech A. [2007], *Adamięckiego metafory organizacji*, „Współczesne Zarządzanie”, nr 2.
- Diacu F. [1996], *The Solution of the n-body Problem*, „The Mathematical Intelligence”, vol. 18.
- Lin S.K. [2008], *Gibbs Paradox and the Concepts of Information, Symmetry, Similarity and Their Relationship*, „Entropy”, vol. 10, nr 1.
- Lorenz E. [1963], *Deterministic Nonperiodic Flow*, „Journal of Atmospheric Sciences”, vol. 20.
- Mesjasz C. [2009], *Interpretations of Complexity of Social Systems [w:] Proceedings of the 4th Polish Symposium on Econo- and Sociophysics*, eds. S. Drożdż et al., Polish Academy of Sciences, Warsaw.
- Mesjasz C. [2010], *Complexity of Social Systems*, „Acta Physica Polonica A”, vol. 114, nr 4.
- Morgan G. [2008], *Obrazy organizacji*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Modeling Complexity in Economic and Social Systems* [2002], red. F. Schweitzer, World Scientific, New Jersey.

- Pawełek B. [2008], *Metody normalizacji zmiennych w badaniach porównawczych złożonych zjawisk ekonomicznych*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, Kraków.
- Pociecha J., Pawełek B. [2010], *Bankruptcy Prediction and Business Cycle* [w:] *Contemporary Problems of Transformation Process in the Central and East European Countries: Proceedings of 17th Ukrainian-Polish-Slovak Scientific Seminar*, ed. N. Vasilivna Kovalik, The Lviv Academy of Commerce, Lviv.
- Prigogine I. [1961], *Introduction to Thermodynamics of Irreversible Processes*, Interscience, New York.
- Scheinkman J.A., Woodford M. [1994], *Self-Organized Criticality and Economic Fluctuations*, „The American Economic Review”, vol. 84, nr 2.
- Stańczyk S. [2007], *Umiejętność zarządzania różnorodnością kulturową – odniesienia teoretyczno-praktyczne*, Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu – Zarządzanie, nr 5(1187).
- Waldrop M.M. [1992], *Complexity: The Emerging Science at the Edge of Order and Chaos*, Simon & Schuster, New York.

### **Organic Complexity as a New Approach to the Complexity of Economic Systems**

Economic and social systems belong to a wide class of complex systems, the subject of research in many areas of science. There are many approaches to the complexity of such systems, which differ in how they define and explain the sources of complex behaviour. As complexity is widespread in nature, it seems legitimate to seek a universal pattern repeated in all kinds of complex systems. This article presents a new concept of organic complexity, understood as a set of three attributes: asymmetry, multiplicity and interactivity of a system's components. Systems with these characteristics will have the ability to develop complex structures or behaviours. The organic complexity approach can be useful in building models of complex economic and social systems.

**Keywords:** complex systems, agent-based model, symmetry, self-similarity.