

ANNA JANIGA-ĆMIEL

Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach¹

DYNAMICZNA ANALIZA ROZWOJU SPOŁECZEŃSTWA INFORMACYJNEGO

Streszczenie

W niniejszym referacie przedstawiono analizę społeczeństwa informacyjnego Polski oraz wybranych państw (Luksemburg, Bułgaria, Niemcy, Wielka Brytania). Jako okres analizy przyjęto lata od roku 2005 do roku 2015. Zaprezentowano konstrukcję oraz otrzymaną postać pełnoczynnikowego modelu GARCH. Celem zaprezentowanych w niniejszej pracy badań jest analiza współzależności kształtowania się rozwoju społeczeństwa informacyjnego Polski i wybranych państw UE. Przedstawione zostaną wielorównaniowe modele GARCH, prezentujące wzajemne relatywne powiązania w zakresie dynamiki rozkładów empirycznych ze szczególnym zwróceniem uwagi na dynamikę wartości oczekiwanych i wariancji.

Słowa kluczowe: społeczeństwo informacyjne, pełnoczynnikowy model GARCH.

Wprowadzenie

Nieustannie trwa proces udoskonalania i rozpowszechniania różnych technik informatycznych na wielu płaszczyznach życia ludzkiego. Rozwijające się nowe technologie mają znaczący udział w pobudzaniu wzrostu gospodarczego, towarzyszą nam na co dzień i wkraczają w nasze życie, w coraz większym zakresie wprowadzając nowe reguły i zmiany (Rudnicki i Jabłoński 2011, s. 38). Nowe technologie odmieniły sposób komunikowania się ludzi, zmieniły sposób zachowań ludzi i ich myślenie.

W artykule nawiązano do problematyki rozwoju społeczeństwa informacyjnego, uwzględniając wykorzystanie Internetu przez społeczność. Celem opracowania

¹ Wydział Zarządzania, Katedra Matematyki, Zakład Zastosowań Matematyki.

jest analiza rozwoju społeczeństwa informacyjnego Polski i wybranych państw UE w oparciu o zaproponowane modele dostarczające opisu zmieniających się w czasie jednoczesnych relacji między warunkowymi wartościami oczekiwanymi, a z drugiej strony pozwalające w pewnym stopniu na przybliżenie rzeczywistości badanego zjawiska.

1. Problematyka społeczeństwa informacyjnego

Rozwijające się technologie informacyjne zapoczątkowały zrodzenie się „cywilizacji informacyjnej”. Pierwsze wzmianki na temat cywilizacji informacyjnej możemy znaleźć między innymi w pracach japońskiego socjologa Tadao Umesa o w 1963 roku. Zatem społeczeństwo informacyjne to: „Społeczeństwo charakteryzujące się przygotowaniem i zdolnością do użytkowania systemów informatycznych, skomputeryzowane i wykorzystujące usługi telekomunikacji do przesyłania i zdalnego przetwarzania informacji” – I Kongres Informatyki Polskiej. W literaturze możemy znaleźć szereg innych sformułowań tej definicji, bowiem pojęcie to z upływem czasu podlegało ciągłym modyfikacjom, w chwili obecnej możemy użyć sformułowania „społeczeństwo sieciowe”. Należy zwrócić uwagę, że proces ten charakteryzował się różnymi etapami rozwoju, bowiem znaczącym było, czy kraj był średnio, czy słabo rozwinięty. Z roku na rok wzrasta liczba użytkowników wykorzystujących nowe technologie informacyjno-telekomunikacyjne, uzyskujemy możliwość szybkiej wzajemnej komunikacji w obrębie kraju i poza granicami, uzyskujemy wiele nowych rozwiązań, możliwości rozwoju dla biznesu i społeczeństwa na przykład poprzez wykorzystanie technologii chmury obliczeniowej. Ich wpływ i obecność zauważamy we wszystkich dziedzinach działalności gospodarczej, na przykład w administracji publicznej, dając w tym przypadku więcej udogodnień w obsłudze obywateli przy realizacji ich konkretnych potrzeb, a z drugiej strony zmiany te wpływają na powolne kształtowanie się nowego typu obywateli. Administracja musi podlegać ciągłym modyfikacjom i udoskonaleniom, by móc sprostać sprawnemu funkcjonowaniu wraz z rozwijającym się społeczeństwem informacyjnym. Jakość usług administracyjnych wzrasta, ale też wzrasta świadomość prawno-podatkowa i oczekiwania klientów. Administracja jest często poddawana ocenie publicznej i musiała podwyższyć jakość usług świadczonych swoim klientom. Zasadniczym celem informatyzacji administracji są udogodnienia wprowadzane przy obsłudze obywateli. Elektroniczna administracja (e-administracja, e-government) to ogół działań administracji publicznej wykorzystującej nowe technologie ICT (Ganczar 2009, s. 38) Przykładowo ePUAP – Elektroniczna Platforma Usług Administracji Publicznej (projekt Wrota Polski) – stanowi program mający na celu uzyskanie funkcjonowania elektronicznej administracji publicznej w Polsce, zadaniem jej jest również skrócenie czasu i obniżenie kosztów udostępnienia zas-

bów informacyjnych administracji publicznej. Aplikacja ta ma za zadanie przekazywanie informacji i doręczanie dokumentów przez organy administracji publicznej. Elektroniczna administracja uwzględnia nowoczesne narzędzia stosowane przez technologie ICT (Szpringer 2012, s. 20), mając tym samym znaczący wpływ na zachodzące zmiany, pomimo wielu poważnych barier, tzn. braku środków finansowych wspomagających zakup np. komputerów dla urzędników. Okazuje się jednak, że wśród tych wszystkich pozytywów rodzą się niestety pewne obawy, niepokój społeczeństwa informacyjnego. Zauważamy skutki negatywne, bowiem można doprowadzić na przykład do nadużywania Internetu (Zorska 2011, s. 79), a to już może być powiązane z uzależnieniem np. od gier, hazardem i także nawet cyberprzemocą. Niestety bez ukształtowanej sfery informacyjnej nie jesteśmy w stanie prawidłowo funkcjonować we współczesnym społeczeństwie. Widzimy znaczący przyrost informacji oraz coraz większą jej dostępność dla zwykłych obywateli. Możemy powiedzieć, że w procesie tym wytwarza się: „społeczeństwo bogate w informacje, którego celem jest między innymi przetwarzanie tych informacji”. Niestety stajemy się również społeczeństwem kontrolowanym (system Orwella), jesteśmy podatni na konflikty np. konflikty w grupach, pozyskiwanie wśród zbieranych informacji tzw. śmieci informacyjnych, różne rodzaje przemocy i szerzący się terroryzm. Castells daje jako przykład sławne, nowoczesne miasto Los Angeles, w którym, jak stwierdzi, szacuje się, że liczba bezdomnych może być wyższa od tak zwanych dzieci komputerowych (Goban-Klas i Sienkiewicz 1999, s. 45). Tracimy tożsamość, bowiem banki, korporacje zbierają nasze dane, tworząc dla własnego użytku bazy danych, profile psychologiczne. Stajemy się podatni na manipulacje i organizowanie naszego życia, transformację naszego życia, a nawet stajemy się niewolnikami komputerów. Wojny XX wieku stają się już wojnami elektronicznymi, przykładem jest wojna w Zatoce Perskiej, uznana za pierwszą wojnę informacyjną. Alvin Toffler powiedział (Goban-Klas i Sienkiewicz 1999, s. 90): „nie bez pewnej przesady, że wojnę w Zatoce Perskiej wygrała inteligencja ukryta w mikroprocesorach systemów uzbrojenia oraz systemach dowodzenia, łączności i rozpoznania”. Istnieją obawy, czy nieustanne tworzenie i rozwój społeczeństwa informacyjnego w Europie może być również rozumiane jako ciągła próba osiągnięcia rozwoju gospodarczego zbliżonego Stanom Zjednoczonym.

2. Modelowanie procesu rozwoju społeczeństwa informacyjnego

Modele GARCH jako pierwsze pojawiły się w pracy Engle'a, w której przedstawiono badania zmienności inflacji w Wielkiej Brytanii. Wielorównaniowe modele GARCH charakteryzuje duża zgodność z rzeczywistością badanego zjawiska. Jedną z zalet tych modeli jest możliwość rozbudowywania równań poprzez wprowadzenie różnego typu zmiennych egzogenicznych. Rozszerzenia modelu polegają

również na dołączaniu dodatkowych parametrów strukturalnych w równaniu zmienności, bądź też na transformacji postaci tego równania. Analizę wybranych aspektów społeczeństwa informacyjnego możemy przeprowadzić uwzględniając wielorównaniowy pełnoczynnikowy model GARCH. W konstrukcji zaproponowanego modelu rozpatrujemy dwa równania, jedno z równań wyróżnia charakterystykę dynamiki wartości oczekiwanych, a drugie dynamikę wariancji (Janiga-Ćmiel, s. 120). Wybrać możemy jeden z modeli klasy GARCH (Vrontos, Dellaportas i Politis 2003), na przykład model ARIMA (p,d,q) . Zaproponowany model przyjmuje postać:

$$y_t = \sum_{i=0}^p \alpha_i y_{t-i} + \sum_{i=1}^d \beta_i (y_{t-i} - y_{t-i-1}) + \sum_{i=1}^q \gamma_i \varepsilon_{t-i} \quad (1)$$

Wielowymiarowy proces rozwoju zjawiska można przedstawić, wykorzystując następującą postać modelu:

$$y_t = \mu + \varepsilon_t \quad (2)$$

Uwzględniona w badaniach wielowymiarowa zmienna Y_t charakteryzuje się warunkowym rozkładem, który jest zgodny z rozkładem normalnym:

$$Y_t | Y_{y-1}, Y_{y-2}, \dots, Y_{t-p} \sim N(0, \Sigma_t) \quad (3)$$

Rozpatrujemy N -wymiarową zmienną losową, gdzie N -oznacza odpowiednio liczbę wybranych krajów. Wariancję oznaczamy przez h_{it} , gdzie i to numer kraju, a t numer rozpatrywanego w badaniu okresu:

$$h_{it} = \sum_{k=1}^t w_{ik} w_{ik} \sigma_{i,t}^2 \quad (4)$$

Wyznamy model wariancji resztowej postaci:

$$\sigma_{i,t}^2 = \alpha_i + b_i y_{i,t-1}^2 + g_i \sigma_{i,t-1}^2, \quad i = 1, \dots, N, \quad t = 1, \dots, T. \quad (5)$$

Model (5) uwzględnia pewne ograniczenia, mianowicie $\alpha_i > 0$, $b_i \geq 0$ oraz $g_i \geq 0$, gdzie $i = 1, \dots, N$. W konstrukcji modelu należy również wyznaczyć macierz w następującej postaci:

$$W = \begin{bmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ \alpha_{21} & 1 & \dots & 0 & 0 \\ \alpha_{31} & \alpha_{32} & 1 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \alpha_{N1} & \alpha_{N2} & \dots & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

Natomiast Σ_t to macierz diagonalna bezwarunkowych wariancji resztowych (Janiga-Ćmiel 2013, s. 78). Macierze H_t oraz Σ_t są macierzami podobnymi. Symetryczną macierz H_t wyznaczamy zgodnie ze wzorem:

$$H_t = W \Sigma_t W^T \quad (7)$$

W następnym kroku należy wyznaczyć model VECH, na podstawie którego otrzymamy elementy macierzy W .

$$H_t = \begin{bmatrix} \sigma_{1,t}^2 & \omega_{21}\sigma_{1,t}^2 & \omega_{31}\sigma_{1,t}^2 & \dots & \omega_{N1}\sigma_{1,t}^2 \\ \omega_{21}\sigma_{1,t}^2 & \Sigma_{i=1}^2 \omega_2^2 \sigma_{i,t}^2 & \Sigma_{i=1}^2 \omega_2 \omega_3 \sigma_{i,t}^2 & \dots & \Sigma_{i=1}^2 \omega_2 \omega_N \sigma_{i,t}^2 \\ \omega_{31}\sigma_{1,t}^2 & \Sigma_{i=1}^2 \omega_3 \omega_2 \sigma_{i,t}^2 & \Sigma_{i=1}^3 \omega_3^2 \sigma_{i,t}^2 & \dots & \dots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \omega_{N1}\sigma_{1,t}^2 & \Sigma_{i=1}^2 \omega_N \omega_2 \sigma_{i,t}^2 & \Sigma_{i=1}^3 \omega_N \omega_3 \sigma_{i,t}^2 & \dots & \Sigma_{i=1}^N \omega_N^2 \sigma_{i,t}^2 \end{bmatrix} \tag{8}$$

Funkcja największej wiarygodności została zdefiniowana zgodnie ze wzorem (9) i przy jej wyznaczeniu uwzględniamy postać macierzy H_t :

$$L(y|\theta) = -\frac{TN}{2} \ln(2\pi) - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^T \ln |W\Sigma, W^T| - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^T (y_i - \mu)^T (W\Sigma, W^T)^{-1} (y_i - \mu) \tag{10}$$

Parametr θ to parametr maksymalizacji ujęty wzorem:

$$\theta = (\mu_1, \mu_2, \mu_3, \dots, \mu_N, \alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_N, b, g, \omega_{21}, \omega_{31}, \omega_{32}, \dots, \omega_{N1}, \dots, \omega_{N,N})^T \tag{11}$$

W niniejszej analizie wprowadzimy następujące oznaczenia, przyjmując:

$$\theta_1 = (\mu_1, \mu_2, \mu_3, \dots, \mu_N)^T, \theta_2 = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_N, b_1, \dots, b_N, g_1, \dots, g_N)^T, \theta_3 = (\omega_{21}, \omega_{31}, \omega_{32}, \dots, \omega_{N1}, \dots, \omega_{N,N-1})^T \tag{12}$$

Przyrównując do zera pochodną wektorową funkcji wiarygodności wyznaczoną ze względu na parametr θ_1 , to znaczy:

$$\frac{\partial L_T}{\partial \theta_1} = \sum_{i=1}^T \left\{ \sum_{i=1}^N \left[\frac{1}{2\sigma_{i,t}^2} \frac{\partial \sigma_{i,t}^2}{\partial \theta_1} \left(\frac{x_{i,t}^2}{\sigma_{i,t}^2} - 1 \right) - \left(\frac{x_{i,t}}{\sigma_{i,t}^2} \frac{\partial x_{i,t}}{\partial \theta_1} \right) \right] \right\} \tag{13}$$

otrzymujemy stany oczekiwane wartości zaproponowanych zmiennych w poszczególnych badanych krajach. W analogiczny sposób wyznaczmy kolejne pochodne ze względu na pozostałe parametry (Janiga-Ćmiel 2014, s. 80).

Rozwiązując równanie $\frac{\partial L_T}{\partial \theta_2} = 0$ wyznaczmy oceny liczbowe parametrów

modeli rozwoju wariacji analizowanej zmiennej w poszczególnych krajach. Natomiast przyrównując ostatnią pochodną do zera, wyznaczamy współczynniki wariacyjne. W niniejszej analizie stosujemy metodę największej wiarygodności, aby oszacować oceny parametrów wybranych modeli.

3. Przykład empiryczny

W celu przedstawienia analiz wybrano dane empiryczne obrazujące użytkowanie Internetu przez osoby fizyczne w wieku 16–74 lat. Dane te zebrano dla wybranych państw: Luksemburg, Polska, Bułgaria, Niemcy, Grecja, korzystając z danych publikowanych przez Główny Urząd Statystyczny oraz na stronie Eurostatu – dane roczne. W niniejszej analizie zaproponowano porównanie Polski z wybranymi państwami, aby zaprezentować państwa charakteryzujące się ustabilizowanym rozwojem o ogólnej tendencji wzrastającej oraz o przeobrażeniach wielu dziedzin życia, zarówno społecznego, jak i politycznego, np. budzącą wiele kontrowersji w ostatnich czasach Grecję. Jako okres analizy przyjęto lata od roku 2005 do roku 2015. W dalszym kroku badań wyznaczono równania modelu rozwoju wartości oczekiwanych, z uwagą na ograniczony rozmiar artykułu pominięto pre-

zentację modeli ARIMA. Przeprowadzono również badanie wykazujące, że składnik losowy jest obciążony autokorelacją. Zastosowano również test Ljunga-Boxa w celu wykrycia występowania efektu ARCH. Zaprezentowana analiza obejmuje dwa podstawowe etapy badań. Pierwszy uwzględnia konstrukcję modelu dla danych empirycznych opisujących użytkowanie Internetu przez osoby fizyczne w wieku 16–74 lat, natomiast drugi etap to prezentacja modeli z podziałem na trzy grupy wiekowe. Pierwsza grupa obejmowała użytkowników w wieku od 16 do 19 lat, druga grupa użytkowników w wieku od 20 do 24 lat, ostatnia z rozpatrywanych grup to osoby w wieku od 25 do 29 lat. W oparciu o przeprowadzone badanie dla pierwszego etapu otrzymano macierz składników resztowych ε_t na podstawie wyznaczonych wcześniej modeli ARIMA.

Tabela 1

Macierz składników resztowych ε_t

	ε_{1t}	ε_{2t}	ε_{3t}	ε_{4t}	ε_{5t}
t	Luksemburg	Bułgaria	Grecja	Polska	Niemcy
1	-4,236	1,564	1,000	-4,109	-2,527
2	-2,139	-1,673	-2,267	-3,685	-1,055
3	-0,042	-0,909	-1,533	-1,261	0,418
4	4,055	-1,145	0,200	5,164	1,891
5	4,152	-3,382	2,933	4,588	2,364
6	2,248	3,382	1,667	4,012	0,836
7	1,345	4,145	0,400	2,436	0,309
8	-0,558	1,909	-2,867	-0,139	0,782
9	-1,461	-0,327	1,867	-1,715	-0,745
10	-3,364	-3,564	-1,400	-5,291	-2,273

Źródło: opracowanie własne.

W toku dalszej analizy, uwzględniając wymóg stacjonarności, szeregi czasowe y_{it} zostaną uwolnione od trendu i rozpatrywać je będziemy jedynie w zakresie pozostałych szeregów resztowych ε_{it} . Dla przedstawionej macierzy składników losowych wyznaczono macierze współczynników korelacji. Uzyskane wyniki zaprezentowano w tabeli 2.

Tabela 2

Macierz współczynników korelacji

	Luksemburg	Bułgaria	Grecja	Polska	Niemcy
Luksemburg	1				
Bułgaria	0,0413	1			
Grecja	0,1423	0,0603	1		
Polska	0,1970	0,2418	1,3921	1	
Niemcy	0,1956	0,0311	0,2673	0,1916	1

Źródło: opracowanie własne.

Na podstawie wyznaczonej macierzy możemy stwierdzić, że wartości współczynników korelacji składników losowych nie różnią się istotnie od zera. Stwierdzamy to w oparciu o porównanie bezwzględnych ich wartości z wartością krytyczną wynoszącą $r^* = 0,6$, wyznaczoną przy przyjęciu poziomu istotności 0,05. Na podstawie otrzymanych wyników stwierdzamy, że nie ma podstaw, aby odrzucić hipotezę H_0 , traktującą o niezależnym użytkowaniu Internetu w poszczególnych krajach. Następnie uwzględniając blokowy charakter macierzy VECH, wyznaczymy omówione wcześniej wektory $\theta_1, \theta_2, \theta_3$ zawierające estymatory pogrupowane według ich charakteru w grupy ocen parametrów modeli μ, α, w . W tabeli 3 jako pierwsze zaprezentowano otrzymane wartości ocen wektora θ_1 .

Tabela 3

Wartości ocen wektora θ_1

Luksemburg	Bułgaria	Grecja	Polska	Niemcy
243,0258	48,5013	66,5973	117,4901	208,6993

Źródło: opracowanie własne.

W oparciu o uzyskane wyniki możemy stwierdzić, że najwyższa z wartości oczekiwanych obrazująca stopień wykorzystania Internetu w poszczególnych krajach znajduje się w kolumnie pierwszej – Luksemburg, w dalszej kolejności Niemcy, Polska, Grecja, Bułgaria. Jest to stan oczekiwany wykorzystania w poszczególnych krajach Internetu w odniesieniu do okresu rocznego przez grupę 1000 osób. W drugim kroku wyznaczono wektor θ_2 , przedstawiający oceny parametrów modelu (5) uporządkowane kolumnowo w grupy dotyczące parametrów: α, b, g .

Tabela 4

Wektor θ_2 pogrupowany według odpowiednich kolumn

	α_i	b_i	g_i
Luksemburg	9,700	1116,026	0,434
Bułgaria	5,389	438,501	0,204
Grecja	6,063	523,597	0,258
Polska	16,167	724,490	0,579
Niemcy	8,818	1017,699	0,575

Źródło: opracowanie własne.

We wzorze (5) dokonano rozbicia wariancji całkowitej na część stałą α_i , część zależną od stanu zdeterminowanego przez składnik systematyczny modelu b_i oraz część zależną od stanu losowego modeli g_i . Dla każdego z rozpatrywanych w analizie krajów wyznaczono powyższe współczynniki – tabela 4. Najwyższe wartości odpowiadają współczynnikowi b_i , co oznacza, że rozwój użytkowania Internetu w poszczególnych krajach w najbardziej znaczącym stopniu kształtowany jest przez zmienność czynników systematycznych. Podobnie jak w przypadku wartości oczekiwanych najwyżej ukształtowana analizowana zmienna jest dla Luksemburga oraz Niemiec, w następnej kolejności odpowiednio Polska, Grecja, Bułgaria. W przypadku każdego z rozpatrywanych państw wyznaczono poziom zmienności stałych funduszy nie podlegający zmianom z roku na rok. Przedmiotowy poziom stały reprezentowany jest przez współczynnik α_i i najwyższy otrzymano dla Polski, następnie Luksemburg, Niemcy, Grecja, Bułgaria. Czynniki, które kształtują rozwój Internetu w sposób przypadkowy – interwencyjny, reprezentowane są przez współczynnik g_i i stanowią zasadniczo poziom nieistotny statystycznie. Z drugiej strony analizując otrzymane oceny parametrów, należy zwrócić uwagę na to, że wartości te są wszystkie dodatnie. Oznacza to, że wszystkie spośród czynników kształtujących wykorzystanie Internetu w poszczególnych krajach w sposób stymulujący wpływają na rozwój badanego zjawiska, nie występują wśród nich destymulanty. Dopełnienie analizy wymaga wyznaczenia wektora θ_3 , który stanowi podstawę konstrukcji macierzy W zgodnie ze wzorem (7). Macierz W wyznaczamy na podstawie modelu VECH, otrzymując w pierwszej kolejności wektor $\theta_3 = (1; 0,25; 1; 0,0497; \dots; 1)$, którego elementy tworzą macierz trójkątną W przedstawioną w tabeli 5.

Tabela 5

Macierz W

	Luksemburg	Bułgaria	Grecja	Polska	Niemcy
Luksemburg	1	0	0	0	0
Bułgaria	0,250542	1	0	0	0
Grecja	0,049745	0,062181	1	0	0
Polska	0,043718	0,072864	0,102009	1	0
Niemcy	0,103189	0,131566	0,141885	0,172841	1

Źródło: opracowanie własne.

Macierz kowariancji H_t wyznaczamy iteracyjnie i dla $t = 0$ macierz H_0 przyjmuje postać:

Tabela 6

Macierz H_t dla $t = 0$, dla stanu początkowego

	Luksemburg	Bułgaria	Grecja	Polska	Niemcy
Luksemburg	1,000	0,251	0,050	0,044	0,103
Bułgaria	0,251	1,063	0,075	0,084	0,157
Grecja	0,050	0,075	1,006	0,109	0,155
Polska	0,044	0,084	0,109	1,018	0,201
Niemcy	0,103	0,157	0,155	0,201	1,078

Źródło: opracowanie własne.

Dalsze macierze H_t dla $t = 1, 2, \dots, T$ wyznaczamy iteracyjnie, wykorzystując występujące zmiany wariancji Σ_t :

$$H_t = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0,25 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0,05 & 0,06 & 1 & 0 & 0 \\ 0,04 & 0,07 & 0,10 & 1 & 0 \\ 0,10 & 0,13 & 0,14 & 0,17 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \sigma_2^2 & \dots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \ddots & 0 \\ 0 & \dots & 0 & \sigma_4^2 \\ 0 & \dots & 0 & \sigma_5^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0,25 & 0,05 & 0,043 & 0,10 \\ 0 & 1 & 0,06 & 0,07 & 0,13 \\ 0 & 0 & 1 & 0,10 & 0,14 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0,17 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Przedstawiona macierz H_0 stanowi podstawę zinterpretowania współoddziaływań użytkownika Internetu w poszczególnych krajach na inne kraje. Przykładowo współczynniki w wierszu odpowiadające Polsce są zasadniczo najniższe, oznacza to, że w grupie rozpatrywanych krajów Polska wywiera najniższy wpływ na wykorzystanie Internetu w pozostałych krajach. W macierzach H_0 , H_t również obserwujemy dodatnie współczynniki, co potwierdza fakt, że wpływ użytkownika Inter-

netu w jednym kraju na użytkowników Internetu w drugim kraju jest stymulujący. Drugi etap badań uwzględnił dane podzielone odpowiednio na trzy grupy wiekowe. Dla wyznaczonych grup skonstruowano trzy modele zgodnie z zaprezentowaną poprzednio procedurą, otrzymując w każdej grupie macierze W, H_0, H_t . Dla grupy wiekowej od 16 do 19 lat otrzymano:

Tabela 7

Macierz W dla pierwszej grupy wiekowej (16–19 lat)

16–19 lat	Luksemburg	Bułgaria	Grecja	Polska	Niemcy
Luksemburg	1	0	0	0	0
Bułgaria	-0,09394	1	0	0	0
Grecja	-0,1658	0,141275	1	0	0
Polska	-0,11617	-0,04066	0,048292	1	0
Niemcy	0,174753	-0,067438	-0,13953	-0,14753	1

Tabela 8

Macierz H_t dla $t = 0$, dla stanu początkowego

H_0	Luksemburg	Bułgaria	Grecja	Polska	Niemcy
Luksemburg	1,000	-0,094	-0,166	-0,116	0,175
Bułgaria	-0,094	1,009	0,157	-0,030	-0,084
Grecja	-0,166	0,157	1,047	0,062	-0,178
Polska	-0,116	-0,030	0,062	1,017	-0,172
Niemcy	0,175	-0,084	-0,178	-0,172	1,076

Natomiast dla $t = 1, 2, \dots, T$ otrzymujemy model:

$$H_t = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -0,09 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ -0,16 & 0,14 & 1 & 0 & 0 \\ -0,12 & -0,04 & 0,05 & 1 & 0 \\ 0,17 & -0,67 & -0,14 & -0,17 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sigma_v^2 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \sigma_v^2 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & 0 & \sigma_v^2 \\ 0 & \dots & 0 & \sigma_v^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & -0,09 & -0,17 & -0,11 & 0,17 \\ 0 & 1 & 0,14 & -0,04 & -0,07 \\ 0 & 0 & 1 & 0,05 & -0,14 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & -0,15 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Dla drugiego z rozpatrywanych przedziałów wiekowych model przyjmuje postać:

$$H_t = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -0,12 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ -0,19 & 0,17 & 1 & 0 & 0 \\ -0,24 & 0,16 & 0,19 & 1 & 0 \\ 0,03 & -0,02 & -0,08 & -0,02 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sigma_v^2 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \sigma_v^2 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & 0 & \sigma_v^2 \\ 0 & \dots & 0 & \sigma_v^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & -0,12 & -0,19 & -0,24 & 0,03 \\ 0 & 1 & 0,17 & 0,16 & -0,02 \\ 0 & 0 & 1 & 0,19 & -0,08 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & -0,02 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Ostatni z rozpatrywanych modeli dla trzeciej grupy wiekowej:

$$H_t = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -0,05 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ -0,13 & 0,26 & 1 & 0 & 0 \\ -0,19 & 0,24 & 0,27 & 1 & 0 \\ 0,10 & -0,04 & 0,03 & 0,04 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sigma_v^2 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \sigma_v^2 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & 0 & \sigma_v^2 \\ 0 & \dots & 0 & \sigma_v^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & -0,05 & -0,12 & -0,19 & -0,10 \\ 0 & 1 & 0,27 & 0,24 & -0,04 \\ 0 & 0 & 1 & 0,27 & 0,03 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0,04 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Modele dla wybranych grup ujmują kształtowanie się poszczególnych wariacji wraz z upływem czasu. W rozpatrywanych grupach wiekowych użytkowników Internetu uzyskujemy modele o współczynnikach zarówno dodatnich, jak i ujemnych. Świadczy to o pojawieniu się kowariancji o zależności zarówno rosnącej, jak i malejącej. Przykładowo dla użytkowników w przedziale wiekowym od 16 do 19 lat w krajach Luksemburg i Niemcy otrzymana kowariancja przyjmuje wartość dodatnią, a w przypadku Bułgarii, Grecji i Polski jest ujemna. W związku z powyższym możemy sądzić, że w badanych grupach wiekowych występują pewne czynniki, odpowiednio w Bułgarii, Grecji i Polsce, ograniczające rozwój wykorzystania Internetu. W analogiczny sposób można zinterpretować pozostałe kolumny współczynników odpowiadające Bułgarii, Grecji i Polsce. Podobna sytuacja uwidacznia się w drugiej grupie wiekowej oraz trzeciej. Podsumowując, ujemne wartości współczynników parametrów kowariancji powtarzające się w macierzach H_t z roku na rok sugerują, że w przyszłości mogą wystąpić sytuacje krytyczne mające wpływ na występowanie zjawiska zarażania (Forbes i Rigobon 2002).

Podsumowanie

W niniejszej pracy przedstawiono analizę wzajemnych oddziaływań rozwoju użytkownika Internetu przy uwzględnieniu trzech grup wiekowych dla wybranych państw UE. W tym celu zaprezentowano cztery wielorównaniowe pełnoczynnikowe modele GARCH. Wykorzystując przedstawione modele, wykazano między innymi skłonność analizowanego procesu do zjawisk krytycznych. Analiza wykorzystania Internetu w poszczególnych krajach w zakresie prób wylosowanych spośród wszystkich użytkowników Internetu wykazała w każdym przypadku stymulujące wzajemne oddziaływanie w zakresie użytkownika Internetu jednych krajów na drugie. Przejawia się to w tym, że w macierzy W oraz w macierzy H_t wszystkie współczynniki są dodatnie. Natomiast wyznaczony model dla każdej z grup wiekowych prezentuje występowanie różnokierunkowych oddziaływań w zakresie wykorzystania Internetu w poszczególnych krajach. Widzimy, że wykorzystanie Internetu w Niemczech i Luksemburgu wykazuje jednokierunkowe rosnące oddziaływanie, a przy uwzględnieniu Polski, Grecji, Bułgarii oddziaływanie to może być różnokierunkowe. Ujemne znaki w macierzach H_t oznaczają różne kierunki rozwoju wykorzystania Internetu.

Literatura

1. Fiszeder P. (2009), *Modele klasy GARCH w empirycznych badaniach finansowych*, Toruń: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika.
2. Forbes K., Rigobon R. (2002), *No Contagion, Only Interdependence: Measuring Stock Market Co-movements*, „Journal of Finance”, 57.
3. Ganczar M. (2009), *Informatyzacja Administracji Publicznej. Nowa jakość usług publicznych dla obywateli i przedsiębiorców*, Warszawa: CeDeWu.
4. Janiga-Ćmiel A. (2013), *Detecting shocks in the economic development dynamics of selected countries*, „Folia Oeconomica Stetinensia” 13 (21), Szczecin: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego.
5. Janiga-Ćmiel A. (2014), *Dynamiczna analiza procesów rozwoju gospodarczego*, Katowice: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach.
6. Rudnicki M., Jabłoński M. (2011), *Administracja Publiczna Wobec Procesu Globalizacji*, Warszawa: Wydawnictwo C.H. Beck.
7. Szpringer W. (2012), *Innowacyjne modele e-biznesu. Aspekty instytucjonalne*, Warszawa: Difin.
8. Vrontos I.D., Dellaportas P., Politis D.N. (2003), *A full-factor Multivariate GRACH model*, „Ecomometrics Journal”.
9. Zorska A. (2011), *Chaos czy twórcza destrukcja? Ku nowym modelom w gospodarce i polityce*, Warszawa: Wydawnictwo SGH w Warszawie.

**DYNAMIC ANALYSIS OF THE DEVELOPMENT
OF THE INFORMATION SOCIETY****Summary**

The paper examines the development of Polish *information society* as well as the *information society* of selected countries in the period from 2005 to 2015 (Luxembourg, Poland, Bulgaria, Germany, Greece). The theory of the construction of a full-factor multivariate GARCH model and its estimation method are discussed. The aim of the studies discussed in the paper is an analysis of the interrelations between the *information society* of Poland and selected EU countries. The multivariate GARCH models showing mutual relative interrelations within the dynamics of empirical distributions, particularly within the dynamics of the expected values and variances, will be presented.

Keywords: full-factor multivariate GARCH model, information society.

Translated by Anna Janiga-Ćmiel