



### **Anna Janiga-Ćmiel**

Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach  
Wydział Zarządzania  
Katedra Statystyki, Ekonometrii i Matematyki  
anna.janiga-cmiel@ue.katowice.pl

## **ANALIZA WSPÓLZALEŻNOŚCI I WZAJEMNEGO ODDZIAŁYWANIA ROZWOJU SPOŁECZEŃSTWA INFORMACYJNEGO W POLSCE I W WYBRANYCH PAŃSTWACH UNII EUROPEJSKIEJ**

**Streszczenie:** Rozwój technologii informacyjno-komunikacyjnych to obecnie znaczący czynnik wpływający na ciągłe pobudzanie wzrostu gospodarczego i podnoszący jakość naszego życia. Głównym celem przeprowadzanych badań jest analiza rozwoju społeczeństwa informacyjnego Polski na tle zaproponowanych państw. Realizację analizowanych procesów zostaną opisane za pomocą równań różniczkowych, uprzednio wykorzystując wyznaczone odpowiednio równania różnicowe. Wybrane modele matematyczne oraz narzędzia taksonomiczne pozwolą w przeprowadzonej analizie na ujęcie zależności, które występują wśród czynników kształtujących badane zjawisko.

**Słowa kluczowe:** społeczeństwo informacyjne, zmienna syntetyczna, równanie różniczkowe.

**JEL Classification:** C01, C02, C51, C10.

### **Wprowadzenie**

W literaturze przedmiotu pierwsze wzmianki na temat społeczeństwa informacyjnego pojawiły się z końcem XIX w., który stanowił okres szeregu przeobrażeń społecznych. Termin „społeczeństwo informacyjne” zastosował T. Umesao w 1963 r. w Japonii w artykule omawiającym teorię ewolucji społeczeństwa opartego na technologiach informatycznych: „Społeczeństwo informacyjne to społeczeństwo, które się właśnie kształtuje, gdzie technologie gromadzenia i transmisji informacji i danych są powszechnie dostępne po niskich kosztach. Powszechnemu użyciu informacji i danych towarzyszą organizacyjne,

komercyjne, społeczne i prawne zmiany, które głęboko zmieniają życie, pracę i społeczeństwo jako takie” [Bliźniuk, Nowak, 2005, s. 28] bądź też: „społeczeństwo staje się informacyjnym, kiedy stopień komplikacji rozwoju społeczno-ekonomicznego zmusza do użycia narzędzi, bez których nie jest możliwe zgromadzenie, przetworzenie i zużytkowanie olbrzymiej infomasy” [Krzysztofek, Szczepański, 2002, s. 17]. Naukowcy definiują cztery obszary tworzenia się społeczeństwa informacyjnego: gospodarczy, technologiczny, społeczny i edukacyjny. Na podstawie tych wymiarów możemy wskazać czynniki obrazujące poziom rozwoju danego państwa w zakresie analizowanej problematyki, są to m.in.: bezpieczeństwo elektroniczne wymiany dokumentów, liczba podmiotów gospodarczych z dostępem do internetu, liczba przedsiębiorstw stosujących elektroniczną wymianę dokumentacji, liczba abonentów telefonii komórkowej, liczba gospodarstw domowych z dostępem do internetu, liczba abonentów telefonii stacjonarnej, poziom komputeryzacji szkół, zakres użytkowania e-learningu, wyposażenie gospodarstw domowych w komputery itp. Obecnie jesteśmy i rozwijamy się jako społeczeństwo sieciowe, a świat, w którym żyjemy, staje się powoli światem interaktywnym. Z dnia na dzień zwiększa się znaczenie multimedialnych, nowych technologii i internetu w większości stref naszego życia, stają się one dla nas istotnym elementem życia [Goban-Klas, Sienkiewicz, 1999, s. 9-47]. Zmiany te ułatwiają nam z jednej strony funkcjonowanie w obecnych czasach, a z drugiej powodują, że w coraz to większym stopniu uzależniają nas od siebie [Rudnicki, Jabłoński, 2011, s. 37]. Rozwój technologii, sieci telekomunikacyjnych umożliwił nam m.in. szybkie komunikowanie się z dowolnego miejsca, bez ograniczeń terytorialnych. Oczywiście udogodnienia te znacząco wpływają na nieodwracalną modyfikację naszego sposobu porozumiewania się, przyzwyczajęń i zachowań. Dostęp do internetu umożliwia nam szybką weryfikację informacji, jak również uczenie się, możliwość pracy i zamieszkanie w dowolnym miejscu [Goban-Klas, Sienkiewicz, 1999; Zorska, 2011]. Jednak ma to też złe strony, bowiem zmiany te powodują, że bez przerwy żyjemy w ruchu, narzucane nam są standardy zachodnie, następuje powolny zanik tożsamości narodowej, zmniejsza się znaczenie języków narodowych, a nawet pojawiają się nowe formy terroryzmu [Ganczar, 2009, s. 11].

Podsumowując, możemy jednoznacznie zaobserwować, że powoli następuje regularny wzrost poziomu jakości naszego życia, jednak z uwzględnieniem warunków danego państwa w zakresie wykorzystania przez nas usług informacyjno-telekomunikacyjnych.

## 1. Badanie struktury analizowanego zjawiska

Każde zjawisko ekonomiczne rządzi się swoimi prawami. Prawa te decydują o stanie tych zjawisk w określonych momentach, jak również o dynamice stanu w okresach badania i dynamice stanów w okresach przyszłych. Istnieje wzajemny wpływ zjawisk na siebie przy upływie czasu, o czym wskazują analizy dynamiczne tych zjawisk. Analizowane zjawisko w jednym z etapów badania poddane zostaje obserwacji statystycznej, przy czym obserwacja ta ukierunkowana musi być odpowiednio na zakres struktury przestrzennej, rodzajowej, czasowej i typologicznej. Można wyróżnić jeszcze inne rodzaje struktury tworzące systematykę badawczą, ale te cztery z reguły są najważniejsze. Badanie struktury przestrzennej pozwoli utworzyć szeregi przekrojowe, czyli uporządkować dane według rozpatrywanych obiektów. Analiza czasowa pozwala na zbadanie źródła zjawiska przy upływie czasu. Struktura rodzajowa zdefiniowana jest za pomocą cech charakteryzujących badane obiekty i pozwala je klasyfikować oraz rozróżniać. Podobnie struktura typologiczna, która z reguły realizowana jest na podstawie cech skokowych oraz pozwala grupować i rozróżniać obiekty. Powyżej zwrócono uwagę na dwa sposoby działania klasyfikację i grupowanie. Klasyfikacja pozwala wyznaczyć podzbiory badanego zbioru, pozwalając zaliczyć do podzbioru obiekty posiadające określone własności. Grupowanie od klasyfikacji różni się tym, że przy wyznaczeniu grup nie zwraca się uwagi na jakiegokolwiek własności obiektów.

### 1.1. Wielowymiarowa analiza porównawcza

Punktem wyjścia badania jest wielowymiarowy szereg statystyczny, dla którego dane empiryczne prezentuje się za pomocą wielowymiarowej macierzy. Elementy macierzy mają tyle indeksów, ile struktur jest zdefiniowanych dla charakterystyki obiektów. Rozpatrzono  $n$ -obiektów i ponumerowano je, uwzględniając odpowiednio indeks  $i = 1, \dots, n$  oraz  $m$ -cech tych obiektów i ponumerowano je za pomocą  $j = 1, \dots, m$ . Cechy te służą do porównywania oraz rozróżniania obiektów. Rozpatrzono  $T$ -okresów i oznaczono indeksem  $t = 1, \dots, T$ . W związku z powyższym otrzymano macierz wielowymiarową:

$$X = X_{ijt} \quad (1)$$

Wielowymiarowa analiza porównawcza dotyczy metod i technik porównywania obiektów wielocechowych. Zadaniem analizy jest uporządkowanie obiektów, względnie ich cech, według z góry określonych kryteriów. Kryterium sformułowane jest na podstawie miary statystycznej pozwalającej hierarchizować

obiekty, wyodrębnić jakościowo homogeniczne podzbiory, badać obiekty jednorodne, wybrać istotne cechy pozwalające je rozróżnić i grupować [Pociecha i in., 1988]. Możemy również wykonać analizę prawidłowości strukturalnych i dynamicznych, a w konsekwencji zbudować zmienną syntetyczną, która ujmuje najbardziej istotne dla rozwoju zjawiska cechy obiektów. Podsumowując powyżej przedstawione rozważania, można stwierdzić, że w taksonomii w głównej mierze zależy nam na wyznaczeniu homogenicznych podgrup, natomiast w przypadku WAP zasadniczym zadaniem jest wyodrębnienie zmiennej syntetycznej, która stanowi podstawę wartościowania porównywanych obiektów. Po etapie obserwacji statystycznej i prezentacji danych w postaci macierzy przystępiono do określenia charakteru merytorycznego cech. Wyodrębniono grupę stymulant, destymulant i nominant. Stymulanta to taka cecha zjawiska, wobec której oczekujemy dużych wartości, np. zysk, utarg itp. Destymulanty to cechy badanego zjawiska, wobec których oczekujemy małych wartości, np. pewna strata. Natomiast nominanty to takie cechy, wobec których oczekujemy przyjęcia wartości środkowych, pośrednich, czyli ani małych, ani dużych [Mika, 1995]. W zależności od charakteru cech, można zastosować inny sposób ich porządkowania. Wartości uporządkowane poddawane są wazeni lub rangowaniu. Rangowanie stosujemy w stosunku do cech o skończonej i niewielkiej ilości wariantów. W przypadku cech ciągłych wprowadza się wagi wyróżnionych wariantów. Wagi przyjęte do wyrównywania lub różnicowania wartości mogą być stałe bądź zmienne. W analizie badania współzależności rozwojów internetu w Polsce i w wybranych krajach Unii Europejskiej stosujemy wagi oparte na współczynnikach korelacji (w sposób syntetyczny zdefiniowanych szeregów czasowych rozwojów w tych krajach). Wagi tak zdefiniowane mają postać:

$$w_j = \frac{|r_j|}{\sum_{j=1}^m |r_j|} \quad (2)$$

gdzie  $r_j$  to współczynnik korelacji zmiennej syntetycznej rozwoju internetu w Polsce i zmiennej syntetycznej rozwoju internetu w  $j$ -tym kraju.

Ostatni etap to normalizacja cech. Jej celem jest porównywalność cech, ich ujednoczenie charakteru, eliminacja wartości ujemnych i doprowadzenie do stałego zakresu zmienności. Jednym z najczęściej stosowanych sposobów normalizacji cech jest ich standaryzacja:

$$u_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{s_j} \quad (3)$$

Standaryzacja zmiennych pozwoli przedstawić je w kategoriach porównywalnych.

## 2. Analiza przyrostów zmiennej syntetycznej

Wyznaczona macierz wielowymiarowa  $X = X_{ijt}$ , dla której odpowiednio  $i = 1, \dots, n$  to numeracja krajów,  $j = 1, \dots, m$  to numeracja cech charakteryzujących rozwój internetu w tych krajach,  $t = 1, \dots, T$  to numeracja w szeregach czasowych rozpatrywanych okresów, daje podstawę wyznaczenia przyrostów zmiennych badanych  $\Delta y_t$  i wykorzystana zostanie do konstrukcji modeli trendów  $f(y)$ , zgodnie z którymi kształtują się przyrosty  $\Delta y_t$ . Na podstawie przedstawionej macierzy wielowymiarowej należy wykryć zależności i przedstawić funkcje  $f(y)$ , zgodnie z którymi realizowany jest rozwój wykorzystania sieci internetowych w badanych krajach. Przyrosty zmiennej syntetycznej  $y_t$  oznaczono:

$$\Delta y_t = y_t - y_{t-1} \quad (4)$$

Następnie wyznaczono związki między  $y_t$  oraz  $\Delta y_t$ . Badaniu poddano wyznaczone zmienne syntetyczne, a dokładniej porównano dynamikę zmiennych syntetycznych, czyli zachowanie się ich wartości i przyrostów. W tym celu wyznaczono równanie różnicowe zmiennej  $y$ , przy czym:

$$\Delta y_t = f(y_t) \quad (5)$$

dla wszystkich okresów  $t$  z rozpatrywanego przedziału czasowego. Równanie to przekształcono do analogicznej postaci równania różniczkowego:

$$y' = f(y) \quad (6)$$

by w konsekwencji otrzymać model matematyczny interesującej zależności.

## 3. Przykład empiryczny

Zaproponowaną analizę uwzględniono dla wybranego zestawu cech diagnostycznych, korzystając z danych publikowanych przez GUS, narodowe roczniki statystyczne i roczniki OECD. Przyjęty okres analizy obejmował lata od roku 2006 do roku 2016 [www 1]. Zmienne te po weryfikacji merytorycznej i statystycznej stanowiły podstawę konstrukcji zmiennej syntetycznej oraz zastosowanie metody taksonomicznej. W analizie uwzględniono następujące cechy:

$x_1$  – liczba łączy szerokopasmowych na 100 mieszkańców,

$x_2$  – liczba uczniów szkół podstawowych przypadająca na 1 komputer z szerokopasmowym dostępem do internetu,

$x_3$  – liczba przedsiębiorstw posiadających dostęp do internetu,

$x_4$  – odsetek gospodarstw domowych wyposażonych w komputer osobisty z dostępem do internetu szerokopasmowego (w %),

$x_5$  – odsetek osób korzystających regularnie (co najmniej raz w tygodniu) z internetu (w %),

$x_6$  – odsetek osób korzystających z internetu w kontaktach z administracją publiczną (w %),

$x_7$  – liczba osób posiadających wysoki poziom kompetencji internetowych,

$x_8$  – liczba osób, które nigdy nie korzystały z internetu.

Pierwszy etap analizy obejmował zastosowanie taksonomicznej metody, aby wybrać reprezentantów krajów; analiza została przeprowadzona dla roku 2016, w której dokonano klasyfikacji państw pod kątem użytkowania internetu przez osoby fizyczne. Dane te zebrano dla 20 państw Unii Europejskiej [Janiga-Ćmiel, 2016, 2017a, 2017b]. Wybrano metodę jednakowego natężenia, aby zbadać, jaki jest poziom użytkowania internetu w Polsce oraz wybrać reprezentantów państw należących do grup o wyższym poziomie analizowanego zjawiska bądź niższym poziomie. Taksonomiczna metoda jednakowego natężenia należy do metod bezpośrednich [Pociecha i in., 1988]. W rozpatrywanej metodzie grupowanie analizowanych obiektów odbywa się drogą weryfikacji hipotezy statystycznej pozwalającej stwierdzić, czy badana cecha w porównywanych obiektach wykazuje różnicę istotną statystycznie czy też nie [Pociecha i in., 1988, s. 53]. Na podstawie otrzymanych wyników, z każdej z trzech grup państw, wybrano jednego reprezentanta.

**Tabela 1.** Grupy jednorodnego rozwoju

Grupa 1	Grupa 2	Grupa 3
Dania	Belgia	Czechy
Luksemburg	Niemcy	Irlandia
Finlandia	Francja	Hiszpania
Szwecja	Austria	Włochy
Norwegia		Cypr
Wielka Brytania		Grecja
		Estonia
		Malta
		Polska
		Portugalia

Z pierwszej najsilniejszej grupy wybrano jako reprezentanta Luksemburg, z drugiej – Niemcy, z trzeciej najsłabszej grupy wybrano Polskę. W kolejnym kroku analizy utworzono macierz  $X_{ijt}$ , gdzie  $i = 1, 2, 3$  i oznacza numerację badanych krajów,  $t = 1, \dots, 10$  oraz  $j = 1, \dots, 8$  oznacza numerację cech wprowadzanych do zmiennych syntetycznych. Dla każdego z krajów wyznaczono zmienną syntetyczną. Wybór ten następnie stanowił podstawę konstrukcji modelu, tzn. każdy z modeli był wyznaczony dla wybranego kraju z danej grupy.

Wyznaczone zmienne syntetyczne stanowiły podstawę konstrukcji modeli ekonometrycznych wiążących przyrost badanej zmiennej i wartości tej zmiennej w postaci zaprezentowanego poniżej związku, odpowiednio w pierwszej kolejności Polska, następnie Luksemburg i Niemcy:

$$\begin{aligned}y_t &= 1,25y_{t-1} - 8,45 + u_t \\y_t &= 1,75y_{t-1} - 5,35 + u_t \\y_t &= 1,64y_{t-1} - 3,22 + u_t\end{aligned}\quad (7)$$

Przedstawione modele liniowe oszacowano z wykorzystaniem Klasycznej Metody Najmniejszych Kwadratów. Wartość zmiennej syntetycznej  $y_t$  definiujemy na podstawie jej wartości z okresu wcześniejszego. Dodatnie współczynniki przy  $y_{t-1}$  oznaczają rosnącą tendencję wykorzystania internetu w badanych krajach, przy czym najsilniejszy rozwój odnotowano w Luksemburgu, nieco wolniejszy w Niemczech i najsłabszy w Polsce.

Następnie od obu stron otrzymanych modeli ekonometrycznych odjęto wartość z okresu wcześniejszego  $y_{t-1}$ , otrzymując tym samym odpowiednio dla każdego z badanych państw:

$$\begin{aligned}y_t - y_{t-1} &= 0,25y_{t-1} - 8,45 + u_t \\y_t - y_{t-1} &= 0,75y_{t-1} - 5,35 + u_t \\y_t - y_{t-1} &= 0,64y_{t-1} - 3,22 + u_t\end{aligned}\quad (8)$$

Przyrosty również wykazują tendencję rosnącą, ponieważ współczynniki przy  $y_{t-1}$  są dodatnie. Na podstawie przeprowadzonego przekształcenia otrzymano równania różnicowe tak, by w następnym kroku wyznaczyć postać różniczkową [Palczewski, 2004; Muszyński, 2003]:

$$\begin{aligned}y' &= 0,25y - 8,45 + u_t \\y' &= 0,75y - 5,35 + u_t \\y' &= 0,64y - 3,22 + u_t\end{aligned}\quad (9)$$

W dalszej kolejności zaprezentowano rozwiązanie powyższych równań dla Polski w postaci:

$$\frac{dy}{dt} = 0,25y - 8,45 \quad (10)$$

Warunki początkowe przyjmujemy  $t_0 = 0$ ; w ten sposób numerujemy okres początkowy, a wartość  $y_0(t_0)$  równą 21 jako wartość zmiennej syntetycznej w pierwszym z rozpatrywanych okresów.

Całkując obydwie strony równania przy warunkach początkowych  $\begin{cases} t_0 = 0 \\ y_0(t_0) = 21 \end{cases}$ , otrzymano:

$$\int_{y_0}^y \frac{dy}{0,25y - 8,45} = \int_{t_0}^t dt \quad (11)$$

Ostatecznie model wykładniczy użytkowania internetu w Polsce przyjmuje postać:

$$y = 418,34e^{0,25t} + 33,8; t = 1, \dots, 10 \quad (12)$$

Procedurę powtórzono w celu wyznaczenia modeli dla pozostałych państw. Model wykładniczy rozwoju użytkowania internetu w przypadku Luksemburga przedstawiony został wzorem:

$$y = 927e^{0,75t} + 44,8; t = 1, \dots, 10 \quad (13)$$

Model dla Niemiec:

$$y = 495e^{0,74t} + 5,03; t = 1, \dots, 10 \quad (14)$$

Na podstawie przeprowadzonej analizy w zakresie rozwoju użytkowania internetu w badanych państwach widzimy, że najniższe tempo rozwoju jest w przypadku Polski, w Niemczech wyższe, ale najwyższe jest w przypadku państwa z najsilniejszej z wyznaczonych grup jednorodnego rozwoju, i jest to Luksemburg.

## Podsumowanie

Zgodnie z wyznaczonymi zmiennymi syntetycznymi dla wybranych państw Unii Europejskiej, wyznaczono równania wykładnicze, które umożliwiły uporządkowanie tempa rozwoju badanego zjawiska. Modele te pozwalają wyodrębnić stały czynnik niezależny od upływu czasu, jest on zdefiniowany przez stałą w modelach. Wartość tej stałej najwyższa jest dla Luksemburga, a najniższa dla Niemiec. Dodatkowo przeprowadzona metoda grupowania potwierdziła zakwalifikowanie państw do grupy państw charakteryzujących się odpowiednim poziomem użytkowania internetu; w tym przypadku Polska znalazła się w grupie krajów o najniższym poziomie. Ponadto modele te pozwalają oszacować prognozy kształtowania się rozwoju użytkowania internetu w badanych krajach i na prognozowanie współzależności tych rozwojów.

## Literatura

- Bielak T., Ptaszek G., red. (2016), *Media.pl. Badania nad mediami w Polsce*, Wydawnictwo Libron – Filip Lohner, Kraków.
- Bliźniuk G., Nowak J.S. (2005), *Spoleczeństwo informacyjne 2005*, PTI, Katowice.
- Ganczar M. (2009), *Informatyzacja administracji publicznej. Nowa jakość usług publicznych dla obywateli i przedsiębiorców*, CeDeWu.pl, Warszawa.
- Goban-Klas T., Sienkiewicz P. (1999), *Spoleczeństwo informacyjne. Szanse, zagrożenia, wyzwania*, Wydawnictwo Fundacji Postępu Telekomunikacji, Kraków.



- Janiga-Ćmiel A. (2016), *Analiza społeczeństwa informacyjnego wybranych krajów*, „Studia Ekonomiczne. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach”, nr 301, s. 94-103.
- Janiga-Ćmiel A. (2017a), *A Comparative Analysis of the Information Society in Poland and Selected Countries*, Proceedings of 35<sup>th</sup> International Conference Mathematical Methods In Economics, Hradec Kralove, 13-15 September, Czech Republic.
- Janiga-Ćmiel A. (2017b), *The Application of Stochastic Equations to Predict Purely Random Phenomena* [w:] A. Sokół, A. Drab-Kurowska, A. Budziewicz-Guźlecka (eds.), *Business Entities in the Face of Contemporary Economics*, Kartprint, Bratislava.
- Krzysztofek K., Szczepański M. (2002), *Zrozumieć rozwój. Od społeczeństw tradycyjnych do informacyjnych*, Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, Katowice.
- Mika J. (1995), *Analiza statystyczna pozycji Polski na tle krajów Unii Europejskiej. Ocena dystansu i współzależności w sferze gospodarczej i społecznej w latach 1989-1994*, Wydawnictwo Śląsk, Katowice.
- Muszyński J. (2003), *Równania różniczkowe zwyczajne i elementy rachunku wariacyjnego*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa.
- Palczewski A. (2004), *Równania różniczkowe zwyczajne: teoria i metody numeryczne z wykorzystaniem komputerowego systemu obliczeń symbolicznych*, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa.
- Pociecha J., Podolec B., Sokołowski A., Zając K. (1988), *Metody taksonomiczne w badaniach społeczno-ekonomicznych*, PWN, Warszawa.
- Rudnicki M., Jabłoński M. (2011), *Administracja publiczna wobec procesu globalizacji*, Wydawnictwo C.H. Beck, Warszawa.
- Zorska A. (2011), *Chaos czy twórcza destrukcja? Ku nowym modelom w gospodarce i polityce*, Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa.
- [www 1] <http://www.ec.europa.eu/eurostat> (dostęp: 5.12.2016).

#### ANALYSIS OF COOPERATION AND MUTUAL IMPACTS OF DEVELOPING OF THE INFORMATION SOCIETY IN POLAND AND IN SELECTED COUNTRIES OF THE EUROPEAN UNION

**Summary:** The development of information and communications technologies is now a significant factor contributing to the continuous stimulation of economic growth and improvement in the quality of our lives. The main aim of the study is to analyse the development of the information society in Poland and compare it to the current state of the information society in selected countries. The realisations of the analysed processes will be described using differential equations by means of previously determined respective difference equations. Selected mathematical models, as well as econometric and taxonomy tools, will allow for the capture of the relationships between factors shaping the phenomenon under study.

**Keywords:** information society, synthetic variable, differential equation.