ZESZYTY NAUKOWE WSES w Ostrołęce 2/2016 (21), 230-243

Dr Katarzyna Warzecha
Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach
Dr Monika Odlanicka-Poczobutt
Politechnika Śląska w Katowicach
Dr hab. Ewa Kulińska, prof. PO
Politechnika Opolska w Opolu

ANALIZA POZIOMU ROZWOJU GOSPODARKI OPARTEJ NA WIEDZY W KRAJACH UNII EUROPEJSKIEJ

Wstęp

Trendy widoczne w światowej gospodarce (globalizacja, postęp naukowo-technologiczny, rozwój społeczeństwa informacyjnego, wzrastająca konkurencja i rozwój usług uwzględniających zmieniające się preferencje konsumentów oraz wysoki poziom kapitału ludzkiego) sprawiają, że kraje silnie rozwinięte, jak i te rozwijające się przechodzą z gospodarki opartej na przemyśle do gospodarki opartej na wiedzy (GOW). Współczesna gospodarka powinna opierać się na innowacjach i nowoczesnych technologiach[1], gdyż innowacyjność warunkuje rozwój społeczno-gospodarczy.[2] Innowacyjność wiąże się z kapitałem ludzkim, ponieważ to właśnie dobrze wykształcone, utalentowane i kreatywne jednostki przyczyniają się do tworzenia innowacyjnych rozwiązań i osiągnięcia sukcesu na rynku.[3] Ponadto szybki rozwój ekonomiczny kraju możliwy jest dzięki właściwemu wykorzystaniu wiedzy i badaniom naukowym[4].

Z literatury przedmiotu wynika, że nie ma jednej wspólnej i uniwersalnej definicji gospodarki opartej na wiedzy (GOW). GOW można

[1] D. Makulska: *Rozwój jako przedmiot działań polityki regionalnej [Development as the subject of regional Policy]*, (w:) *Polityka gospodarcza: wyzwania, dylematy, priorytety [Economic policy: challenges, dilemmas, priorities]*, J. Stecewicz (red.), Prace i Materiały Instytutu Rozwoju Gospodarczego SGH, Szkoła Główna Handlowa, Warszawa 2010, s. 241.

[2] E. Mempel-Śnieżyk, *Od gospodarki przemysłowej do gospodarki opartej na wiedzy [From the industrial economy to a knowledge-based economy]*, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego nr 501, Ekonomiczne Problemy Usług nr 22, Wyd. Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin 2008, s. 292.

[3] B. Mikuła, A. Pietruszka-Ortyl, A. Potocki, (red.) *Podstawy zarządzania przedsiębiorstwami w gospodarce opartej na wiedzy [Fundamentals of business management in the knowledge economy]*, Difin, Warszawa 2007, s.113.

[4] *Innowacyjność europejskiej przestrzeni regionalnej a dynamika rozwoju gospodarczego [Innovation European space and the dynamics of regional economic development]*, D. Strahl (red.), Wyd. Uniwersytetu Ekonomicznego, Wrocław 2010, s.13.

definiować w ujęciu makroekonomicznym jak i w aspekcie mikroekonomicznym. Jedną z najczęściej wykorzystywanych definicji GOW jest definicja gospodarki opartej na wiedzy (*knowledge based economy* – która została opublikowana przez OECD – Organizację Współpracy Gospodarczej i Rozwoju, wspólnie z Bankiem Światowym), którą określa się jako „*gospodarkę, w której wiedza jest tworzona, przyswajana, przekazywana i wykorzystywana bardziej efektywnie przez przedsiębiorstwa, organizacje, osoby fizyczne i społeczności, sprzyjając szybszemu rozwojowi gospodarczemu i społecznemu''*.[5] W wymiarze mikroekonomicznym GOW jest gospodarką „*w której przeważająca liczba przedsiębiorstw o wiedzę opiera swoją przewagę konkurencyjną''*.[6]

Cel, przedmiot i metoda badań

Celem niniejszego artykułu i prowadzonych badań jest analiza poziomu rozwoju gospodarki opartej na wiedzy w krajach Unii Europejskiej z wykorzystaniem wybranych wskaźników GOW, a także pogrupowanie i uporządkowanie krajów Unii Europejskiej ze względu na poziom rozwoju GOW. Zbudowany na podstawie miary rozwoju Z. Hellwiga ranking badanych krajów pozwoli na sprawdzenie, które kraje na przestrzeni badanych 9 lat (w badanych wzięto pod uwagę dane statystyczne z lat 2005 i 2013) poprawiły lub pogorszyły swoją pozycję ze względu na GOW, natomiast wykorzystanie analizy skupień pozwoli na wyodrębnienie grup krajów europejskich o podobnym poziomie rozwoju GOW.

Na podstawione przeanalizowanej literatury przedmiotu oraz po uwzględnieniu przyjętego celu pracy postawione zostały poniższe hipotezy:
– „stare" państwa UE charakteryzują się wyższym poziomem rozwoju GOW;
– przystąpienie Polski do Unii Europejskiej wpłynęło pozytywnie na stopień rozwoju GOW;
- większość badanych krajów Unii Europejskiej poprawiła swoją sytuację w obszarze GOW na przestrzeni badanych 9 lat.

Pomiar gospodarki opartej na wiedzy (GOW) zależy w dużym stopniu od przyjętej definicji tej gospodarki i dostępności danych. Dobierając zmienne diagnostyczne do badania należy wziąć pod uwagę przesłanki merytoryczne i dostępność danych statystycznych dla wszystkich badanych 28 krajów UE

[5] OECD , Korea and the Knowledge-based Economy. Making the Transition, Paris, 2000.
[6] A. K. Koźmiński, *Jak zbudować gospodarkę opartą na wiedzy [How to build a knowledge-based economy]* (w:) *Rozwój polskiej gospodarki. Perspektywy i uwarunkowania, [The development of the Polish economy. Perspectives and conditions],* G. W. Kołodko (red.), Wydawnictwo Wyższej Szkoły Przedsiębiorczości i Zarządzania im. Leona Koźmińskiego, Warszawa 2002, s.155.

(odpowiednia zmienność cech – współczynnik zmienności powyżej 10%, zastosowanie metody odwróconej macierzy korelacji[7] R^{-1}).
Zmienne spełniające własności statystyczne należy znormalizować (ponieważ zmienne diagnostyczne wyrażone są w różnych jednostkach miary, zatem nie mogą bezpośrednio podlegać agregacji) według poniższego wzoru wykorzystując metodę unitaryzacji zerowej:

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - \min x_{ij}}{\max x_{ij} - \min x_{ij}} \qquad (1)$$

gdzie: min x_{ij}- min zmiennej x_i ; max x_{ij} – max zmiennej x_i.

W niniejszych badaniach poziom rozwoju GOW zostanie scharakteryzowany za pomocą syntetycznego taksonomicznego miernika rozwoju Z. Hellwiga[8], który pozwala uporządkować badane obiekty (kraje) pod względem badanego zjawiska. Miara Z. Hellwiga przyjmuje wartości z przedziału [0;1], wyższa wartość tej miary oznacza korzystniejszą sytuację danego kraju ze względu na analizowane zjawisko.

Na podstawie wartości taksonomicznego miernika rozwoju kraje Unii zostaną pogrupowane na homogeniczne klasy (tj. o zbliżonym poziomie rozwoju GOW). Badane kraje Unii zostaną podzielone na cztery grupy typologiczne według metody trzech średnich[9]:

- klasa I – wysoki poziom rozwoju GOW gdy: $z_i > \overline{z_{1i}}$
- klasa II - umiarkowany poziom rozwoju GOW gdy: $\overline{z_i} < z_i \leq \overline{z_{1i}}$
- klasa III – niski poziom rozwoju GOW gdy: $\overline{z_{2i}} < z_i \leq \overline{z_i}$
- klasa IV – bardzo niski poziom rozwoju GOW gdy: $z_i \leq \overline{z_{2i}}$

---

[7] Opis metody doboru zmiennych do modelu z wykorzystaniem odwróconej macierzy korelacji znajduje się w: A. Malina, A. Zeliaś: *O budowie taksonomicznej miary jakości życia [The construction of the taxonomic measure of quality of life]*, (w:) *Klasyfikacja i analiza danych. Teoria i zastosowania [Classification and analysis of data. Theory and Applications],* (red.) K. Jajuga, M. Walesiak, Taksonomia 4, Wydawnictwo AE, Wrocław, 1997, s. 244-250.

[8] Opis miary: T. Grabiński, S. Wydymus, A. Zeliaś*: Metody taksonomii numerycznej w modelowaniu zjawisk społeczno-gospodarczych [Methods taxonomy numerical modeling of socio-economic phenomena*], PWN, Warszawa, 1989; *Taksonomiczna analiza przestrzennego zróżnicowania poziomu życia w Polsce w ujęciu dynamicznym [Taxonomic analiza spatial differentiation standard of living in Poland in terms of dynamics*], A. Zeliaś (red.), AE, Kraków, 2000; K. Warzecha: *Poziom życia ludności Polski i pozostałych krajów Unii Europejskiej – analiza taksonomiczna. (The Standard of Living of thePopulation in Poland and Other European Union Countries – Taxonomic Analysis)* (w:) *Gospodarka polska po 20 latach transformacji: osiągnięcia, problemy i wyzwania [Poland's economy after 20 years of transformation: achievements, problems and challenges*], S. Pongsy-Kania (red.), Instytut Wiedzy i Innowacji, Warszawa 2009, s.19-32.

[9] Opis metody w: A. Młodak, *Analiza taksonomiczna w statystyce regionalnej [Taxonomic analysis of regional statistics],* Difin, Warszawa, 2006, s. 126-127.

gdzie: $\overline{z_i}$ -średnia miernika rozwoju i , $\overline{z_{1i}}$, $\overline{z_{2i}}$ - średnie pośrednie z wartości miernika rozwoju.

Do zbadania podobieństwa krajów Unii Europejskiej pod względem rozwoju GOW i podzieleniu państw Unii Europejskiej na rozłączne i niepuste podzbiory nazywane klasami ze względu na badane zjawisko wykorzystana zostanie metoda Warda - jako jedna z aglomeracyjnych metod hierarchicznych grupowania obiektów, a wyniki pogrupowania badanych krajów przedstawione zostaną na dendrogramie. Znalezienie obiektów podobnych przeprowadzone zostanie także za pomocą metody k-średnich, czyli metody niehierarchicznej, gdzie zbiór obiektów dzielony jest na k grup (skupień), przy czym liczba grup określona jest *a priori*. Jako miarę odległości przyjęto odległość euklidesową. Liczba skupień potrzebna do metody k-średnich została wyznaczona na podstawie dendrogramu otrzymanego za pomocą metody Warda[10].

W celu wstępnej wizualizacji danych wykorzystano Twarze Chernoffa jako jeden z ciekawszych sposobów wizualnej prezentacji wielowymiarowych danych. Z badań psychologicznych wynika, że większość ludzi posiada wrodzoną zdolność rozpoznawania rysów twarzy i łatwego znajdywania między nimi podobieństw. W/g oryginalnej propozycji Chernoffa[11]pewnym elementom twarzy (np. rozstaw oczu, długość nosa, położenie brwi i źrenic) przypisać można znormalizowane wartości cech. Twarz może być definiowana przez maksymalnie 18 zmiennych. Gdy zmiennych jest mniej, wtedy modyfikacji ulegają tylko niektóre cechy twarzy.[12]Następnie minimalnej wartości każdej zmiennej przypisujemy minimalną wartość charakterystyki twarzy, tzw.

---

[10]Dokładny opis wykorzystanych w badaniu metod czytelnik może znaleźć w pracach: T. Grabiński, S. Wydymus, A. Zeliaś, *Metody taksonomii numerycznej w modelowaniu zjawisk społeczno-gospodarczych gospodarczych [Methods taxonomy numerical modeling of socio-economic phenomena*], PWN, Warszawa 1989; M. Kolenda: *Taksonomia numeryczna. Klasyfikacja, porządkowanie i analiza obiektów wielocechowych [Numerical taxonomy. Classification, organization and analysis of multivariate objects],* Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, Wrocław 2006.

[11] H. Chernoff, *The Use of faces to represent points in k-dimensional space graphically*, [w:] *Journal of the American Statistical Association*, vol. 68, no. 324 (Jun., 1973), s. 361-368.

[12] W metodzie tej poszczególne zmienne odzwierciedlane są przez różne charakterystyki twarzy ludzkiej. Można w ten sposób przedstawić 18 cech - charakterystyk twarzy: wielkość oczu, wielkość źrenic, pozycja źrenic, skośność oczu, pozycja oczu, pozycja oczu - oś pionowa, zakrzywienie brwi, grubość brwi, pozycja brwi - oś pionowa, pozycja brwi - oś pozioma, górna linia włosów, dolna linia włosów, owal twarzy, ciemność włosów, skośność ułożenia włosów (nachylenie kresek na rysunku), nos, otwarcie ust, zakrzywienie ust. W przypadku, gdy mamy do dyspozycji większą ilość zmiennych, każda z podanych charakterystyk może być rozpatrywana oddzielnie dla lewej i prawej strony twarzy i wówczas na jednym rysunku można przedstawić do 36 zmiennych. W celu prawidłowego wykonania wykresu należy przekształcić wartości zmiennych - w badaniu wykorzystano metodę unitaryzacji zerowej - wymienione charakterystyki twarzy otrzymują wartości z przedziału [0;1]. [Chernoff 1973; Jajuga K., *Statystyczna analiza wielowymiarowa [Statistical analysis of multivariate]*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1993].

minimalna twarz, natomiast maksymalna wartość każdej cechy otrzymuje twarz maksymalną. W wyniku tego przekształcenia obrazy wszystkich rozpatrywanych danych znajdują się pomiędzy dwoma skrajnymi twarzami.

Analiza poziomu rozwoju GOW – wyniki badań

Poziom rozwoju GOW w krajach Unii Europejskiej scharakteryzowano za pomocą zmiennych określających różne jego aspekty (wszystkie zmienne były stymulantami), pod uwagę wzięto poniższe zmienne:

- x_1 - nakłady na działalność badawczo-rozwojową (B+R) w % PKB;
- x_2 – udział nakładów na działalność badawczą i rozwojową finansowanych przez przemysł w ogóle nakładów na B+R;
- x_3 – udział zatrudnionych w działalności B+R jako % aktywnych zawodowo;
- x_4 - wynalazki zgłoszone w europejskim urzędzie patentowym na 1 mln. mieszkańców;
- x_5 - studenci szkół wyższych na 10 tys. ludności;
- x_6 - osoby w wieku 30-34 lata posiadające wyższe wykształcenie;
- x_7 - abonenci stałego szerokopasmowego łącza internetowego na 1000 ludności;
- x_8 - abonenci telefonii ruchomej na 1000 ludności;
- x_9 - użytkownicy Internetu na 1000 ludności;
- x_{10} – przedsiębiorstwa aktywne innowacyjnie w % ogółu przedsiębiorstw;
- x_{11} – udział przedsiębiorstw sektora wysokich technologii i usług wysokiej technologii opartej na wiedzy w ogóle przedsiębiorstw.

Jednakże biorąc pod uwagę przesłanki merytoryczne i dostępność danych statystycznych dla wszystkich badanych 28 krajów UE (odpowiednia zmienność cech, zastosowanie metody odwróconej macierzy korelacji[13] R^{-1}) ze zbioru potencjalnych zmiennych usunięto zmienne: x_2, x_{10}, x_{11}. Pozostałe zmienne znormalizowano wykorzystując metodę unitaryzacji zerowej (obliczenia wykonano według wzoru 1).

Następnie obliczono taksonomiczną miarę rozwoju Z. Hellwiga (z_i), czyli syntetyczny miernik rozwoju przyjmujący wartości z przedziału [0,1].

Na podstawie danych zawartych w tabeli 1 i na rysunku 1 widać, że w rankingu krajów Unii pod względem poziomu rozwoju GOW :

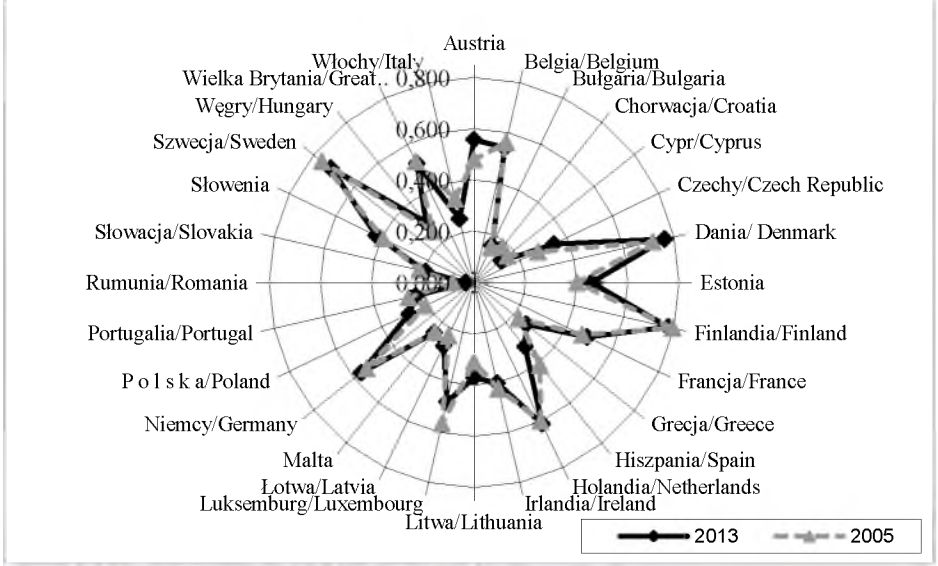
- w 2005 roku czołowe miejsca zajęły kraje: Finlandia, Szwecja, Dania, Holandia, na końcu listy znajdują się kraje: Cypr, Bułgaria, Rumunia;
- w 2013 roku czołowe miejsca zajęły kraje: Finlandia, Dania, Szwecja, Holandia, na końcu listy znajdują się kraje: Bułgaria, Cypr, Rumunia.

[13] Opis metody doboru zmiennych do modelu z wykorzystaniem odwróconej macierzy korelacji znajduje się w: A. Malina, A. Zeliaś: *O budowie taksonomicznej miary jakości życia [The construction of the taxonomic measure of quality of life]*, (w:) *Klasyfikacja i analiza danych. Teoria i zastosowania [Classification and analysis of data. Theory and Applications],* (red.) K. Jajuga, M. Walesiak, Taksonomia 4, Wydawnictwo AE, Wrocław, 1997, s. 244-250.

Do klasy I – czyli klasy krajów o najwyższym poziomie rozwoju GOW w badanych latach należały kraje: Finlandia, Dania, Szwecja, Holandia oraz Luksemburg i Belgia (tylko w 2005 roku), Niemcy (tylko w 2013 roku)
Na przestrzeni badanych lat 2005-2013 liczba krajów o bardzo wysokim poziomie rozwoju GOW zmniejszyła się.

Do klasy II (czyli klasy o umiarkowanym poziomie rozwoju GOW) i klasy III (o niskim poziomie rozwoju GOW) należy największa liczba krajów i w tej grupie obserwuje się, na przestrzeni badanych lat 2005-2013, najwięcej zmian w zajmowanych przez poszczególne kraje miejscach. Ponadto w 2013 roku w porównaniu do 2005 zwiększyła się grupa krajów w klasie III, a zmniejszyła w klasie IV.

Do ostatniej – klasy IV - o najniższym poziomie rozwoju GOW należały we wszystkich badanych latach kraje: Słowacja, Chorwacja, Bułgaria, Cypr, Rumunia.



Rysunek 1. Miara rozwoju Z. Hellwiga w latach 2005 i 2013
Figure 1. A measure of development Z. Hellwig in 2005 and 2013
***Źródło: Opracowanie własne z wykorzystaniem danych Eurostatu i programu Excel,* Eurostat 2015 – http://ec.europa.eu/eurostat data: 17.06.2015**
***Source: Own calculations using data from Eurostat and Excel ;* http://ec.europa.eu/eurostat, access date 17.06.2015**

W tabeli 1 znajdują się informacje (ostatnia kolumna) odnośnie zmiany zajmowanej pozycji w rankingu stworzonym na podstawie wartości miernika rozwoju Z. Hellwiga dla poszczególnych państwa członkowskich Unii Europejskiej w 2013 roku w porównaniu z 2005 rokiem. Na przestrzeni badanych lat największą zmianę w zajmowanej pozycji w rankingu odnotowano dla dwóch państw: Polski i Włoch. Polska zmieniła swoją pozycję w rankingu

krajów UE przedstawionym w tabeli 1 o 6 miejsc w górę czyli z 24 miejsca (w 2005 roku grupa IV) na 18 pozycję (w 20013 roku grupa III), co wskazuje, że poziom rozwoju GOW w Polsce znacznie poprawił się.

Tabela 1. Wartości miary syntetycznej Z. Hellwiga dla krajów Unii w latach 2005, 2013 z podziałem na grupy typologiczne* (od klasy I – najjaśniejszy szary kolor do klasy IV - kolor najciemniejszy)

Table 1. The values of Hellwig's synthetic measure for districts in Silesia Province in 2005, 2013 with the division for typological groups (starting from Class I – the lightest grey to Class IV – the darkest grey)

2005			2013			Zmiana pozycji 2013/2005 Change of position
Kraj Country	z_i	Ranga Rank	Kraj Country	z_i	Ranga Rank	wzrost/spadek/brak zmiany increase / decrease / no change
Finlandia /Finland	0,795	1	Finlandia/Finland	0,777	1	Bez zmian
Szwecja/Sweden	0,759	2	Dania/Denmark	0,764	2	1
Dania - Denmark	0,715	3	Szwecja/Sweden	0,715	3	-1
Holandia/Holland	0,600	4	Holandia/Holland	0,612	4	Bez zmian
Luksemburg /Luxemburg	0,565	5	Niemcy/Germany	0,564	5	2
Belgia/Belgium	0,561	6	Austria/Austria	0,557	6	3
Niemcy/Germany	0,537	7	Belgia/Belgium	0,540	7	-1
Wielka Brytania/Great Britain	0,523	8	Wielka Brytania/Great Britain	0,516	8	Bez zmian
Austria/Austria	0,480	9	Francja/France	0,489	9	1
Francja/France	0,469	10	Luksemburg/Luxemburg	0,478	10	-5
Irlandia/Ireland	0,425	11	Estonia/Estonia	0,458	11	2
Hiszpania/Spain	0,412	12	Słowenia/Slovenia	0,424	12	2
Estonia/Estonia	0,402	13	Irlandi/ Ireland	0,402	13	-2
Słowenia/Slovenia	0,394	14	Litwa/Lithuania	0,371	14	2
Włochy/ Italy	0,336	15	Czechy/Czech Republic	0,346	15	2
Litwa/ Lithuania	0,309	16	Hiszpania/Spain	0,319	16	-4
Czechy/Czech Republic	0,277	17	Węgry/Hungary	0,301	17	2
Portugalia/Portugal	0,262	18	**Polska/Poland**	0,282	18	6
Węgry/Hungary	0,256	19	Łotwa/Latvia	0,274	19	2
Malta/Malta	0,245	20	Grecja/Greece	0,260	20	2
Łotwa /Latvia	0,231	21	Włochy/Italy	0,255	21	-6
Grecja/ Greece	0,224	22	Malta/Malta	0,250	22	-2
Słowacja/Slovakia	0,219	23	Portugalia /Portugal	0,235	23	-5
Polska/Poland	0,210	24	Słowacja/Slovakia	0,195	24	-1
Chorwacja/Croatia	0,178	25	Chorwacja/Croatia	0,162	25	Bez zmian
Cypr/Cyprus	0,166	26	Bułgaria/Bulgaria	0,161	26	1
Bułgaria/Bulgaria	0,154	27	Cypr/Cyprus	0,136	27	-1
Rumunia/Romania	0,083	28	Rumunia/Romania	0,033	28	Bez zmian

* Grupy wyodrębniono wykorzystując metodę trzech średnich, biorąc pod uwagę obliczone wartości średnich: $\overline{z_{1i}}$ =0,546; $\overline{z_{2i}}$ = 0,225; $\overline{z_i}$ = 0,385 (dla roku 2005); $\overline{z_{1i}}$ = 0,561; $\overline{z_{2i}}$ = 0,239; $\overline{z_i}$ = 0,388 (dla roku 2013). A group of distinguished using the method of three arithmetic averages

Źródło: Obliczenia własne z wykorzystaniem danych Eurostatu i programu Excel

Source: Own calculations using data from Eurostat and Excel

Natomiast Włochy zmieniły swoją pozycję w rankingu krajów UE przedstawionym w tabeli 1 o 6 miejsc w dół czyli z 15 miejsca (w 2005 roku grupa III) na pozycję 21 (w 20013 roku grupa III), co wskazuje, że poziom rozwoju GOW we Włoszech znacznie się obniżył. Pogorszenie się stopnia rozwoju GOW i obniżenie zajmowanej pozycji w rankingu o 5 miejsc w dół w badanych latach nastąpiło w Luksemburgu (z pozycji 5 i grupy I w 2005 roku, na pozycję 10 i do grupy II w 2013 roku) i Portugalii (z pozycji 18 i grupy III w 2005 roku, na pozycję 23 i do grupy IV w 2013 roku), natomiast Hiszpania spadła w rankingu o 4 miejsca w dół, z pozycji 12 (w 2005 roku grupa II) na pozycję 16 (w roku 2013 grupa III). Na przestrzeni badanych lat 10 państw pogorszyło swoją pozycję w rankingu, 13 polepszyło, a 5 państw nie zmieniło pozycji zajmowanej w rankingu w 2013 roku w porównaniu z 2005 rokiem.

Podobieństwo krajów Unii ze względu na poziom rozwoju GOW

Do zbadania podobieństwa krajów Unii Europejskiej pod względem poziomu rozwoju GOW i podzieleniu państw Unii Europejskiej na rozłączne i niepuste podzbiory nazywane klasami ze względu na badane zjawisko wykorzystano metodę Warda i metodę k-średnich[14], a w celu wstępnej wizualizacji danych wykorzystano Twarze Chernoffa jako jeden ze sposobów wizualnej prezentacji wielowymiarowych danych.

W celu ustalenia grup krajów Unii podobnych pod względem poziomu rozwoju GOW wykorzystana została metoda Warda.

W wyniku grupowania hierarchicznego uzyskano dendrogram przedstawiony na rysunku 2[15], na podstawie, którego wyodrębniono cztery (zaznaczenie czarną pionową linią) skupienia obiektów.

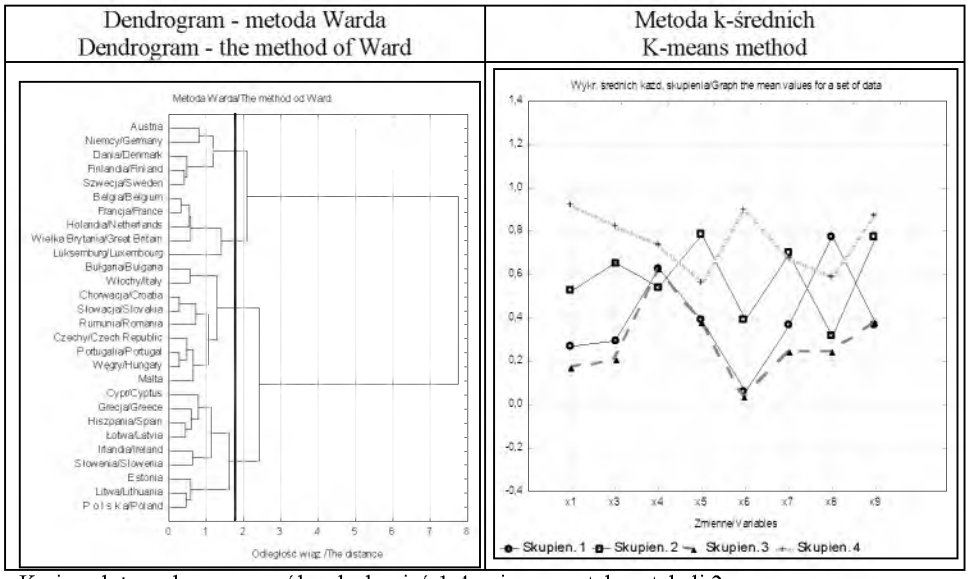
Wykorzystując poniższy dendrogram i zakładając z góry podział badanych krajów na cztery skupienia przeprowadzono grupowanie obiektów metodą k-średnich[16]. Otrzymane trzema metodami (metodą Warda, k-średnich i Hellwiga z wykorzystaniem metody trzech średnich) grupy krajów podobnych pod względem poziomu rozwoju GOW zawiera tabela 2.

---

[14]Dokładny opis wykorzystanych w badaniu metod czytelnik może znaleźć w pracach: T. Grabiński, S. Wydymus, A. Zeliaś: *Metody taksonomii numerycznej w modelowaniu zjawisk społeczno-gospodarczych [Methods taxonomy numerical modeling of socio-economic phenomena,],* PWN, Warszawa 1989; M. Kolenda: *Taksonomia numeryczna. Klasyfikacja, porządkowanie i analiza obiektów wielocechowych [Numerical taxonomy. Classification, organization and analysis of multivariate objects],* Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, Wrocław 2006.

[15] Ze względu na ograniczenia ilości stron przedstawiono analizę skupień tylko dla roku 2013.

[16] Jako liczbę skupień przyjęto 4. Ustalono maksymalną liczbę iteracji 10 i sposób wyznaczania wstępnych centrów skupień – sortowanie odległości i uwzględnienie obserwacji ze stałym interwałem.



Kraje należące do poszczególnych skupień 1-4 opisane zostały w tabeli 2.
Countries in the respective clusters 1-4 are described in Table 2.

Rysunek 2. Podział krajów Unii na grupy krajów podobnych pod względem rozwoju GOW z wykorzystaniem metody Warda i metody k-średnich

Figure 2. Distribution of EU countries into groups of similar countries in terms of development of the knowledge-based economy using the method of Ward and k-means.

Źródło: Opracowanie własne z wykorzystaniem danych Eurostatu i programu Statistica

***Source: Own calculations using data from Eurostat and Statistica;* http://ec.europa.eu/eurostat, access date 17.06.2015**

Z tabeli 2 wynika, że kraje w skupieniu 4 otrzymane metodami grupowania: Warda i k-średnich są takie same oraz różnią się jednym krajem dla grupowania metodą Hellwiga.

Skupienie 4 tworzą kraje cechujące się najwyższym poziomem rozwoju GOW, większość zmiennych (z wyjątkiem zmiennej x_5 i x_8) wziętych do badania ma wartości znacznie powyżej średniej unijnej – co obrazuje wykres k-średnich na rysunku 2, a w szczególności wynalazki zgłoszone (x_4), nakłady na działalność B+R (x_1) i udział zatrudnionych w działalności B+R (x_3) oraz osoby w wieku 30-34 lata posiadające wykształcenie wyższe (x_6).

W skupieniu 2 kraje takie jak: Belgia, Francja, Luksemburg, Wlk. Brytania są takie same dla wszystkich trzech metod grupowania. Zmienne wzięte do badania w tej grupie państw mają wartości, podobnie jak dla grupy 4, znacznie powyżej średniej unijnej, a w szczególności - studenci szkół wyższych (x_5) natomiast wartości znacznie poniżej średniej unijnej przyjmuje zmienna - abonenci telefonii ruchomej (x_8). Kraje tworzące skupienie 1 i 3 różnią się w zależności od zastosowanej metody. Jednakże skupienie 1 tworzą kraje (do których należy także Polska) cechujące się poziomem abonentów telefonii

ruchomej (x_8) i liczbą studentów szkół wyższych (x_5) powyżej średniej unijnej, natomiast znacznie poniżej średniej unijnej są wynalazki zgłoszone (x_4).

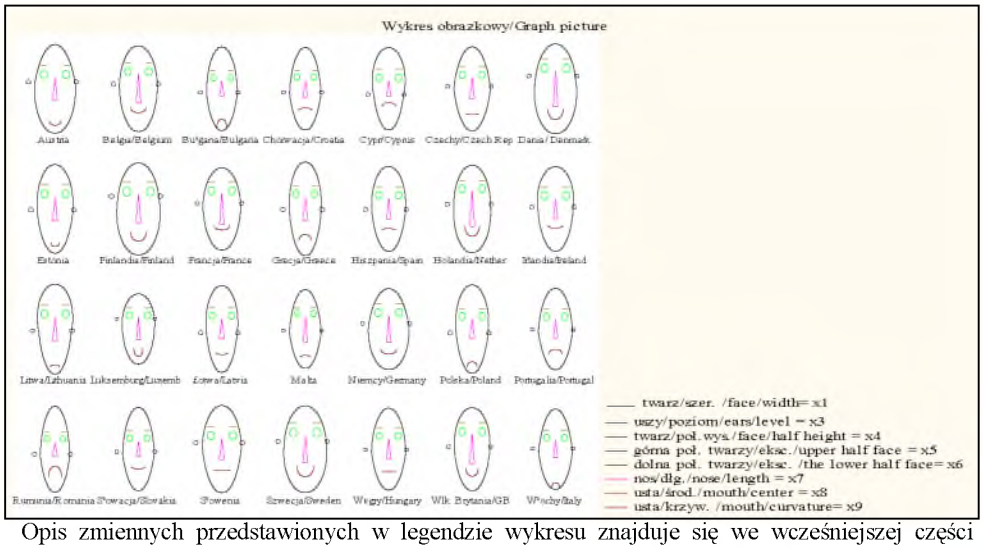
Tabela 2. Grupy krajów podobnych pod względem poziomu rozwoju GOW otrzymane metodą Warda, metodą k-średnich, metodą Hellwiga.
Table 2. Group of countries similar in terms of economic development based on knowledge using a method Ward, k-means, Hellwig.

Metoda Method	Grupa 1/ Skupienie1 Group 1 / Focus 1	Grupa 2/ Skupienie2 Group 2 / Focus 2	Grupa 3/ Skupienie 3 Group 3 / Focus 3	Grupa 4/ Skupienie 4 Group 4 / Focus 4
Warda Ward	Litwa, Polska, Hiszpania, Słowenia, Irlandia, Cypr, Grecja, Łotwa, Estonia	***Belgia, Francja,*** Holandia, ***Luksemburg, Wlk. Brytania***	Chorwacja Portugalia, Bułgaria, Słowacja, Węgry, Czechy, Malta, Włochy, Rumunia	**Austria, Dania, Finlandia, Niemcy, Szwecja**
k-średnich k-average	Litwa, Czechy, Polska, Malta, Bułgaria, Włochy Estonia	***Belgia, Francja,*** Holandia, ***Luksemburg, Wlk. Brytania*** Irlandia, Słowenia	Chorwacja, Portugalia, Cypr, Słowacja, Węgry, Grecja, Hiszpania, Łotwa, Rumunia	**Austria, Dania, Finlandia, Niemcy, Szwecja**
Hellwiga i trzech średnich Hellwig and three average	Litwa, Czechy, Polska, Hiszpania, Węgry, Malta, Włochy, Grecja, Łotwa	***Belgia, Francja, Luksemburg, Wlk. Brytania,*** Irlandia, Słowenia, Austria, Estonia	Chorwacja, Portugalia, Bułgaria, Cypr, Słowacja, Rumunia	**Dania, Finlandia, Niemcy, Szwecja,** Holandia

Źródło: Opracowanie własne
Source: Own study

Skupienie 3 tworzą kraje o najniższym poziomie rozwoju GOW, wszystkie zmienne wzięte do badania są znacznie poniżej średniej unijnej, a w szczególności wynalazki zgłoszone (x_4), nakłady na działalność B+R (x_1) i udział zatrudnionych w działalności B+R (x_3).

Ciekawym sposobem wizualizacji danych wielowymiarowych są Twarze Chernoffa. Na rysunku 3 każdej obserwacji – tutaj krajowi Unii - odpowiada ludzka twarz, której wygląd zależy od wziętych do badania zmiennych. Na podstawie danych zawartych na rysunku 3 wykorzystując wzrokową analizę twarzy zdefiniowaną za pomocą ujętych w legendzie wykresu zmiennych można powiedzieć, że najbardziej podobne pod względem wziętych pod uwagę zmiennych opisujących stopień poziomu rozwoju GOW są kraje: Finlandia, Dania, Szwecja oraz Austria i Niemcy, które zdecydowanie nie są podobne do krajów: Rumunii, Bułgarii, Grecji czy Cypru. Ponadto można powiedzieć, że podobne są do siebie kraje: Grecja, Polska i Włochy oraz Bułgaria i Rumunia.



Opis zmiennych przedstawionych w legendzie wykresu znajduje się we wcześniejszej części artykułu. (Description of variables shown in the chart legend is earlier in the article.)

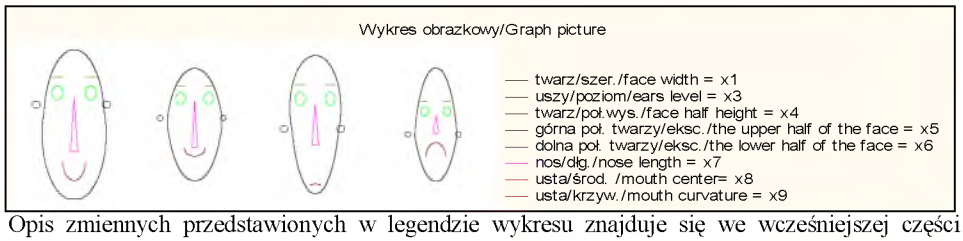
Rysunek 3. Wizualizacja danych wielowymiarowych krajów Unii opisujących GOW

Figure 3. Data visualization of multidimensional Union countries, describing the knowledge economy

Źródło: Opracowanie własne z wykorzystaniem danych Eurostatu i programu Statistica

***Source: Own calculations using data from Eurostat and Statistica;* http://ec.europa.eu/eurostat, access date 17.06.2015**

Aby dokładniej zobaczyć różnicę w wizerunku danej twarzy pomiędzy analizowanymi krajami na rysunku 4 pokazano tylko 4 twarze - po jednej charakterystycznej twarzy odpowiadającej danemu państwu o odpowiednim poziomie rozwoju GOW.



Opis zmiennych przedstawionych w legendzie wykresu znajduje się we wcześniejszej części artykułu. (Description of variables shown in the chart legend is earlier in the article.)

Rysunek 4. Wizualizacja danych wielowymiarowych czterech państw Unii opisujących odpowiedni poziom rozwoju GOW

Figure 4. Data visualization of multidimensional Union countries, describing the knowledge economy

Źródło: Opracowanie własne z wykorzystaniem danych Eurostatu i programu Statistica

***Source: Own calculations using data from Eurostat and Statistica;* http://ec.europa.eu/eurostat, access date 17.06.2015**

Wysoki poziom rozwoju GOW – to twarz Finlandii, największa i najbardziej pogodna oraz zadowolona. Umiarkowany poziom rozwoju GOW –

to twarz Belgii, także zadowolona, niski poziom rozwoju GOW – to twarz Litwy i bardzo niski poziom rozwoju GOW – to twarz Rumunii, najbardziej niezadowolona. Każda z wziętych pod uwagę zmiennych diagnostycznych opisujących poziom rozwoju GOW w danym państwie odpowiada innemu elementowi twarzy. Twarze wyróżnionych państw różnią się znacznie wielkością i szerokością głowy, a także ułożeniem, kształtem i krzywizną ust oraz wielkością i długością nosa.

Podsumowanie

Działalność badawczo-rozwojowa, rozwój technologiczny oraz wszelkiego rodzaju innowacje są procesami czasochłonnymi i kosztownymi, ale mają znaczący wpływ na rozwój społeczno-gospodarczy każdego kraju.

GOW tworzy warunki dla wzrostu kreatywności, innowacyjności oraz konkurencyjności różnego rodzaju przedsiębiorstw, które funkcjonują w warunkach zmienności, niepewności i chaosu. Rozwój GOW związany jest z odpowiednimi warunkami instytucjonalnymi i finansowymi, w tym szczególnie w sferze B+R.

Na podstawie badań empirycznych można twierdzić, że istnieje dysproporcja w nakładach na działalność B+R w stosunku do swojego PKB pomiędzy „starymi" państwa członkowskimi UE a „nowymi" państwa UE. Ponadto można twierdzić, że „stare" państwa UE charakteryzują się wyższym poziomem rozwoju GOW. W czołówce państw o podobnym poziomie rozwoju GOW i o najwyższym stopniu rozwoju GOW znajdują się: Finlandia, Dania, Szwecja, Holandia, Luksemburg, Belgia (tylko w 2005 roku), Niemcy (tylko w 2013 roku). Natomiast na końcu rankingu, czyli w grupie państw o najniższym poziomie rozwoju GOW znajdują się kraje: Słowacja, Chorwacja, Bułgaria, Cypr, Rumunia.

Na przestrzeni badanych dziewięciu lat 10 państw pogorszyło swoją pozycję w rankingu krajów UE stworzonym na podstawie wartości taksonomicznej miary rozwoju Z. Hellwiga, tym samym w tych krajach obniżył się poziom rozwoju GOW, w 13 państwach poziom rozwoju GOW znacznie się poprawił, a 5 państw nie zmieniło swojej pozycji zajmowanej w rankingu w 2013 roku w porównaniu z 2005 rokiem. Z przeprowadzonych badań wynika, że Polska zmieniła swoją pozycję z 24 miejsca (w 2005 roku i z grupy państw o najniższym poziomie rozwoju GOW) na 18 pozycję (w 20013 roku awansując do grupy o niskim poziomie rozwoju GOW), co wskazuje, że poziom rozwoju GOW w Polsce znacznie poprawił się. Natomiast Włochy zmieniły swoją pozycję w rankingu krajów UE przedstawionym w tabeli 1 o 6 miejsc w dół, a Portugalia i Luksemburg o 5 miejsc w dół, co wskazuje, że poziom rozwoju GOW we Włoszech, Portugalii i Luksemburgu znacznie się obniżył.

Na zakończenie można powiedzieć, że Polska gospodarka jak i gospodarki innych krajów europejskich zmierzają w kierunku gospodarki opartej

na wiedzy, ale potrzeba jeszcze czasu, wysiłku i wielu środków, by narzucone przez Unię Europejską strategie i dyrektywy zmieniły sytuację państw UE w obszarze GOW.

Bibliografia

1. Chernoff H., *The Use of faces to represent points in k-dimensional space graphically*, *Journal of the American Statistical Association*, vol. 68, no. 324, Jun., 1973.
2. Grabiński T., Wydymus S., Zeliaś A., *Metody taksonomii numerycznej w modelowaniu zjawisk społeczno-gospodarczych, [Methods taxonomy numerical modeling of socio-economic phenomena*], PWN, Warszawa 1989.
3. *Innowacyjność europejskiej przestrzeni regionalnej a dynamika rozwoju gospodarczego Innovation European space and the dynamics of regional economic development]*, Strahl D. (red.), Wyd. Uniwersytetu Ekonomicznego, Wrocław 2010.
4. Jajuga K., *Statystyczna analiza wielowymiarowa [Statistical analysis of multivariate]*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1993.
5. Kolenda M., *Taksonomia numeryczna. Klasyfikacja, porządkowanie i analiza obiektów wielocechowych , [Numerical taxonomy. Classification, organization and analysis of multivariate objects],* Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, Wrocław 2006.
6. Koźmiński A.K., *Jak zbudować gospodarkę opartą na wiedzy [How to build a knowledge-based economy]* (w:) Kolonko G. W. (red.), *Rozwój polskiej gospodarki. Perspektywy i uwarunkowania, [The development of the Polish economy. Perspectives and conditions],* Wdawnictwo Wyższej Szkoły Przedsiębiorczości i Zarządzania im. Leona Koźmińskiego, Warszawa 2002.
7. Makulska D., *Rozwój jako przedmiot działań polityki regionalnej [Development as the subject of regional Policy]*, (w:) Stecewicz J. (red.) Polityka gospodarcza: wyzwania, dylematy, priorytety [*Economic policy: challenges, dilemmas, priorities*], Prace i Materiały Instytutu Rozwoju Gospodarczego SGH, Szkoła Główna Handlowa, Warszawa 2010.
8. Malina A., Zeliaś A., *O budowie taksonomicznej miary jakości życia życia [The construction of the taxonomic measure of quality of life]*, (w:) K. Jajuga, M. Walesiak (red.), *Klasyfikacja i analiza danych. Teoria i zastosowania [Classification and analysis of data. Theory and Applications],* Taksonomia 4, Wydawnictwo AE, Wrocław, 1997.
9. Mempel-Śnieżyk E., *Od gospodarki przemysłowej do gospodarki opartej na wiedzy [From the industrial economy to a knowledge-based economy]*, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego nr 501, Ekonomiczne Problemy Usług nr 22, Wyd. Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin, 2008.
10. Mikuła B., Pietruszka-Ortyl A., Potocki A., (red.) *Podstawy zarządzania przedsiębiorstwami w gospodarce opartej na wiedzy wiedzy [Fundamentals of business management in the knowledge economy],*, Difin, Warszawa, 2007.
11. Młodak A., *Analiza taksonomiczna w statystyce regionalnej [Taxonomic analysis of regional statistics]*, Difin, Warszawa, 2006.
12. OECD, *Korea and the Knowledge-based Economy. Making the Transition*, Paris, 2000.
13. *Taksonomiczna analiza przestrzennego zróżnicowania poziomu życia w Polsce w ujęciu dynamicznym*, *[Taxonomic analiza spatial differentiation standard of living in Poland in terms of dynamics*], A. Zeliaś (red.), AE, Kraków, 2000.
14. Warzecha K., *Poziom życia ludności Polski i pozostałych krajów Unii Europejskiej – analiza taksonomiczna, [The Standard of Living of thePopulation in Poland and*

Other European Union Countries – Taxonomic Analysis] (w:) S. Pongsy-Kania (red.), *Gospodarka polska po 20 latach transformacji: osiągnięcia, problemy i wyzwania [Poland's economy after 20 years of transformation: achievements, problems and challenges*], Instytut Wiedzy i Innowacji, Warszawa 2009.

ANALYSIS OF LEVEL OF THE DEVELOPMENT OF THE KNOWLEDGE ECONOMY TO THE EUROPEAN UNION

Summary

The aim of the research and analysis is to group and organize the EU countries because of the level of development of the knowledge-based economy using the latest statistical data. Ranking the EU countries based on a measure of development Z. Hellwig, will check whether the states surveyed over nine years have improved or worsened their position in terms of the level of development of the knowledge economy. The use of cluster analysis allowing the isolation of groups of European countries with a similar level of economic development based on knowledge. To visualize multidimensional data Chernoff faces were used. The sample period was the years 2003 and 2013. The statistical data came from the Eurostat website and the calculations were made with Statictica and Excel computer programs.

Keywords: Knowledge-based economy, the Hellwig's taxonomic measures of development, Chernoff faces, European Union countries

Streszczenie

Celem prowadzonych badań i analiz jest pogrupowanie i uporządkowanie krajów UE ze względu na poziom rozwoju gospodarki opartej na wiedzy z wykorzystaniem najnowszych danych statystycznych. Ranking krajów UE na podstawie miary rozwoju Z. Hellwiga, pozwoli na sprawdzenie, czy kraje na przestrzeni badanych 9 lat poprawiły lub pogorszyły swoją pozycję pod względem poziom rozwoju gospodarki opartej na wiedzy. Wykorzystanie analizy skupień pozwoli na wyodrębnienie grup krajów europejskich o podobnym stopniu rozwoju gospodarki opartej na wiedzy. W badaniach wykorzystano Twarze Chernoff'a jako jeden ze sposobów wizualnej prezentacji wielowymiarowych danych. Okresem badawczym były lata 2005 i 2013.

Słowa kluczowe: gospodarka oparta na wiedzy, miara rozwoju Hellwiga, Twarze Chernoffa, kraje UE

Zaakceptowano do druku 20.07.2016

Adres do korespondencji-Correspndence address

Dr Katarzyna Warzecha

Katedra Ekonometrii

Uniwersytet Ekonomiczny

Ul. 1 Maja 50

40-287 Katowice

warzecha@ue.katowice.pl