

Patrycja WIECZOREK

Uniwersytet Rzeszowski

WIELOWYMIAROWA OCENA STOPNIA WYKORZYSTANIA TECHNOLOGII ICT W PRZEDSIĘBIORSTWACH KRAJÓW UNII EUROPEJSKIEJ

Streszczenie

Artykuł prezentuje rezultaty badań, dotyczące oceny krajów Unii Europejskiej pod względem stopnia wykorzystania w przedsiębiorstwach technologii ICT w 2018 roku. W analizie wykorzystano wybrane metody Wielowymiarowej Analizy Porównawczej, tj. wzorcowe metody porządkowania liniowego (metoda Hellwiga i metoda TOPSIS) oraz bezwzorcową metodę porządkowania liniowego. Umożliwiły one ustalenie rankingów krajów UE ze względu na stopień wykorzystania technologii informacyjno-komunikacyjnych w przedsiębiorstwach. Dane statystyczne pochodzą z Urzędu Statystycznego Unii Europejskiej – Eurostatu. Na podstawie wartości obliczonej miary syntetycznej dokonano grupowania krajów, wyróżniając kraje o wysokim, średniowysokim, średnioniskim i niskim poziomie stopnia zastosowania technologii ICT w przedsiębiorstwach. Wyniki badań pokazują, że niezależnie od zastosowanej metody porządkowania liniowego Dania, Finlandia i Szwecja były liderami pod względem stopnia wykorzystania technologii informacyjno-komunikacyjnych w przedsiębiorstwach, a najniższe lokaty zajmowały Bułgaria, Grecja, Rumunia oraz Łotwa.

Słowa kluczowe: ICT, Unia Europejska, porządkowanie liniowe.

MULTIDIMENSIONAL EVALUATION OF THE LEVEL OF ICT USAGE IN ENTERPRISES IN EUROPEAN UNION

Summary

The article presents the results of research on the evaluation of European Union countries in terms of the level of ICT usage in enterprises in 2018. The analysis used methods of multivariate comparative methods such as Hellwig method, TOPSIS method and linear ordering method without the pattern of development. These methods allowed to establish a hierarchy of countries due to the degree of ICT usage in enterprises. Statistical data used in the analysis come from Eurostat. Based on the calculated ratio a grouping of countries was made, distinguishing countries with a high, medium-high, medium-low and low level of ICT usage in enterprises. The results of the research show that regardless of the method of linear ordering, Denmark, Finland and Sweden were leaders in terms of the level of the usage of information and communication technologies in enterprises. The lowest positions were taken by Bulgaria, Greece, Romania and Latvia.

Key words: ICT, European Union, linear ordering.

Wprowadzenie

W dobie rozwoju nowej gospodarki dostęp do technologii informacyjno-komunikacyjnych w krajach Unii Europejskiej jest wciąż mocno zróżnicowany, a stopień rozwoju technologii ICT¹ jest ważnym czynnikiem decydującym o pozycji kraju w układach międzynarodowych. Istotne jest zatem dążenie do niwelowania nierówności w zakresie wykorzystania nowoczesnych technologii pomiędzy poszczególnymi państwami członkowskimi.

¹ Skrót ICT (*ang. Information and communication Technologies*) jest powszechnie stosowany w literaturze przedmiotu i publikacjach naukowych. W Polsce ICT występuje w tłumaczeniu jako technologie teleinformatyczne, a jego skrót ma odpowiednik TIK bądź ITK, czyli technologie informacyjne i komunikacyjne.

Technologie ICT, ich dostępność i zakres stosowania odgrywają coraz większą rolę zarówno w funkcjonowaniu gospodarki opartej na wiedzy, jak też życiu codziennym każdego człowieka. Są niezbędne do szybkiego i sprawnego przepływu informacji, stanowiących podstawę podejmowania trafnych decyzji. Istotnie wpływają na konkurencyjność regionów, a także przeobrażenia i rozwój gospodarki światowej. Przez pojęcie „ICT” można rozumieć wszelkie technologie stosowane przy tworzeniu, przetwarzaniu i przesyłaniu informacji. Mowa tu o nadajnikach, sieciach i łączach, komputerach i innych urządzeniach elektronicznych oraz oprogramowaniu, które umożliwia działanie wszystkich wymienionych elementów (Jasińska, Szapiro, 2014, s. 105).

Coraz częściej wskazuje się na istotną rolę potencjału technologii ICT we wspieraniu innowacji i wzrostu gospodarczego. Jednym z siedmiu filarów Strategii „Europa 2020” jest Europejska Agenda Cyfrowa, której podstawowym celem jest wsparcie wzrostu gospodarczego, wzrostu inteligentnego, zrównoważonego i sprzyjającego włączeniu społecznemu, poprzez uzyskanie trwałych korzyści ekonomicznych oraz społecznych z jednolitego rynku cyfrowego w oparciu o lepsze wykorzystanie potencjału technologii informacyjnych i komunikacyjnych (Chleba, Saniuk, 2016, s. 42).

Celem artykułu jest ocena krajów UE pod względem stopnia wykorzystania technologii informacyjno-komunikacyjnych w przedsiębiorstwach. W badaniu zastosowano miarę syntetyczną, zbudowaną w oparciu o zestaw zmiennych diagnostycznych z 2018 roku. W analizie uwzględniono wybrane metody Wielowymiarowej Analizy Porównawczej, tj. wzorcowe metody porządkowania liniowego (metoda Hellwiga, metoda TOPSIS) oraz bezwzorcową metodę porządkowania liniowego, stanowiącą średnią arytmetyczną znormalizowanych cech. W badaniu wykorzystano te metody, ponieważ pozwalają one na zbadanie obiektów (krajów UE) opisanych wieloma cechami i za pomocą jednej zmiennej syntetycznej umożliwiają porównywanie obiektów. Na podstawie wartości obliczonej miary syntetycznej dokonano grupowania państw, wyróżniając kraje o wysokim, średniowysokim, średnioniskim oraz niskim poziomie stopnia użytkowania technologii ICT w przedsiębiorstwach. Dane statystyczne pochodzą z Urzędu Statystycznego Unii Europejskiej – Eurostatu, który ustala jednolity zestaw wskaźników, umożliwiający dokonywanie porównań oraz pokrywający kluczowe obszary wykorzystania ICT w przedsiębiorstwach.

Znaczenie technologii ICT dla funkcjonowania przedsiębiorstwa

Dostęp do technologii jest istotnym wyznacznikiem funkcjonowania przedsiębiorstwa. Przyczynia się do poprawy wydajności pracy, sprzyja upowszechnieniu informacji i wiedzy. Współczesne przedsiębiorstwa zarządzają swoją działalnością za pomocą technologii ICT jako jednym z wielu narzędzi wykorzystywanych do przyspieszenia rozwoju biznesu. Oznacza to, że technologie informacyjno-komunikacyjne postrzegane są jako silnik przyspieszający rozwój firm zarówno w lokalnym, jak też międzynarodowym otoczeniu przedsiębiorstw (Nuamah-Gyambrah, Offei Otu, Agyeiwaa, 2016, s. 2).

Najważniejsze obszary wykorzystania technologii informacyjno-komunikacyjnych w przedsiębiorstwach obejmują m.in.: posiadanie komputera i odpowiedniego oprogramowania, a także umiejętne wykorzystanie Internetu. Należy zauważyć, że technologie te stosują częściej duże i średnie podmioty, jednak coraz częściej sięgają po nie również mniejsze przedsiębiorstwa (Leoński, 2014, s. 191).

Technologie ICT oraz innowacje w nich zawarte wspomagają generowanie nowych i bardziej efektywnych relacji pomiędzy firmami, ich dostawcami, partnerami oraz klientami (Basl, Sasiadek, 2012, s. 762-763). Umiejętna eksploatacja urządzeń bazujących na cyfrowym przetwarzaniu i transmisji danych w przedsiębiorstwach związana jest ze zwiększeniem efektywności

funkcjonowania przedsiębiorstwa, która wyraża się poprzez: redukcję kosztów, oszczędność czasu, przyspieszenie rozliczeń finansowych, usprawnienie procesów logistycznych, możliwość otwierania nowych kanałów dystrybucji, podniesienie jakości licznych operacji, rozszerzenie możliwości reklamowania produktów i usług bądź rozszerzenie międzynarodowych rynków zbytu na usługi i produkty przedsiębiorstw (Kiercz, 2013, s. 44).

Technologie teleinformacyjne stanowią istotny czynnik rozwoju w organizacji podejścia koncentrującego się na zarządzaniu wiedzą – umiejętność wytworzenia wiedzy z informacji może zwiększyć zdolność organizacji do osiągnięcia jej celów, gdyż efektywność organizacji zależy od zdolności do oceny informacji, przeprowadzenia właściwej jej analizy i niezwłocznej reakcji na zaistniałe sytuacje. Co więcej, technologie ICT pozwalają na błyskawiczną komunikację pomiędzy członkami organizacji (Miron, Szymaniec-Mlicka, 2014, s. 220).

ICT wpływają na zmiany gospodarcze i społeczne, a także mają kluczowe znaczenie w tworzeniu nowych źródeł dochodu oraz zatrudnienia (Dębkowska, 2015, s. 64). Z danych opublikowanych przez Eurostat wynika, że w Unii Europejskiej z roku na rok wzrasta zatrudnienie pracowników jako specjalistów ICT. W 2019 roku w porównaniu z 2014 rokiem liczba zatrudnionych w tej branży wzrosła z ok. 7,5 mln do 9,4 mln osób. W Polsce zatrudnienie pracowników jako specjalistów ICT wzrosło z 413,1 tys. do 510,9 tys. (https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=isoc_sks_itspt&lang=en, dostęp: 17.09.2020).

Stopień wpływu cyfryzacji na przedsiębiorstwo można mierzyć głównie poprzez określanie ilości i jakości wdrożonych w nim rozwiązań technologicznych. Od 2015 roku Komisja Europejska monitoruje konkurencyjność państw członkowskich Unii Europejskiej przy pomocy sprawozdań dotyczących Indeksu Gospodarki Cyfrowej i Społeczeństwa Cyfrowego (DESI). Dane ilościowe uzyskane przy pomocy wskaźników DESI obejmują pięć obszarów polityki, takich jak: łączność, umiejętności cyfrowe, korzystanie z usług internetowych integracja technologii cyfrowej i cyfrowe usługi publiczne. Tabela 1 prezentuje ranking krajów Unii Europejskiej na podstawie indeksu DESI w latach 2015-2020 roku.

Tabela 1
Rankingi krajów UE pod względem wartości DESI

Kraj	DESI 2015	DESI 2016	DESI 2017	DESI 2018	DESI 2019	DESI 2020
Austria	13	13	13	13	14	13
Belgia	10	10	9	11	11	9
Bułgaria	27	27	28	27	28	28
Chorwacja	21	20	20	21	20	20
Cypr	24	22	23	23	24	24
Czechy	17	19	19	19	18	17
Dania	1	2	1	3	3	3
Estonia	5	5	5	5	5	7
Finlandia	2	1	2	2	1	1
Francja	18	18	17	17	16	15
Grecja	28	28	27	28	27	27
Hiszpania	11	12	11	10	10	11
Irlandia	9	9	10	8	6	6
Litwa	14	14	14	12	12	14
Luksemburg	8	8	8	9	9	10
Łotwa	15	15	15	15	15	18
Malta	6	6	6	7	8	6
Niderlandy	4	4	4	4	4	4
Niemcy	12	11	12	14	13	12
Polska	23	24	24	24	25	23
Portugalia	19	17	18	18	19	19
Rumunia	26	26	26	26	26	26
Słowacja	20	21	21	20	21	22
Słowenia	16	16	16	16	17	16
Szwecja	3	3	3	1	2	2
Węgry	22	23	22	22	22	21
Wielka Brytania	7	7	7	6	7	8
Włochy	25	25	25	25	23	25

Źródło: opracowanie własne na podstawie <https://digital-agenda-data.eu/datasets/desi/visualizations> (dostęp: 18.09.2020).

Na podstawie danych Eurostatu przedstawionych w tabeli 1 można zauważyć, że w latach 2015-2020 Finlandia, Szwecja, Niderlandy oraz Dania zajmowały zawsze najwyższe pozycje w rankingu DESI, co czyni je liderami w dziedzinie digitalizacji. W przeciwieństwie do tych krajów Bułgaria, Rumunia i Grecja plasowały się zawsze na najniższych lokatach. Polska na tle krajów UE wykazuje dość niskie pozycje rankingowe. W 2015 i 2020 roku Polska zajmowała 23. miejsce, w latach 2016-2018 – 24., a w 2019 roku była to 25. lokata. Poprawę swojej pozycji w rankingu DESI2020 Polska zawdzięcza najwyższemu w skali Unii Europejskiej poziomowi wykorzystania mobilnych usług szerokopasmowych. Podstawowe umiejętności cyfrowe pozostają na niskim poziomie w porównaniu ze średnią Unii Europejskiej (<https://inwestycje.pl/gospodarka/polska-23-w-ue-wg-indeksu-cyfrowej-gospodarki-i-spoleczenstwa-desi/>, dostęp: 18.09.2020).

Metodyka badań

Ważnym etapem postępowania przy wykorzystaniu metod Wielowymiarowej Analizy Porównawczej jest dobór zmiennych diagnostycznych. Wyjściowy zestaw wskaźników statystycznych wybrany do oceny krajów Unii Europejskiej pod względem stopnia wykorzystania technologii informacyjno-komunikacyjnych w przedsiębiorstwach w 2018 roku obejmował 10 zmiennych oznaczonych symbolami od X_1 do X_{10} . Liczba zmiennych ograniczona jest ze względu na ich dostępność oraz porównywalność dla wszystkich krajów UE. Potencjalny zbiór zmiennych diagnostycznych obejmował odsetek przedsiębiorstw:

- X_1 – wykorzystujących komputery,
- X_2 – posiadających własną stronę internetową,
- X_3 – które otrzymały zamówienia za pośrednictwem sieci komputerowej,
- X_4 – prowadzących sprzedaż online (co najmniej 1% obrotu),
- X_5 – które otrzymały zamówienia za pośrednictwem strony internetowej lub aplikacji,
- X_6 – które sprzedawały za pośrednictwem strony internetowej lub aplikacji B2B, B2G,
- X_7 – które sprzedawały za pośrednictwem strony internetowej lub aplikacji B2C,
- X_8 – wykorzystujących druk 3D,
- X_9 – przesyłających faktury elektroniczne do automatycznego przetwarzania,
- X_{10} – kupujących aplikacje finansowe i księgowo jako usługę Creative Cloud.

Zestaw cech został podany obróbce statystycznej. Jako kryterium doboru zmiennych diagnostycznych przyjęto wartość współczynnika zmienności co najmniej 10% i iloraz wartości minimalnej oraz maksymalnej, wynoszący co najmniej 2 (Kukuła, Luty, 2018, s. 186).

Ze względu na niskie zróżnicowanie wyeliminowano zmienną X_1 . Cecha ta została uznana jako quasi-stała (nie może być wykorzystywana do dyskryminacji obiektów). Biorąc pod uwagę kryteria merytoryczne i statystyczne, ostateczny zbiór cech diagnostycznych, stanowiących podstawę prowadzenia dalszych badań, liczył dziewięć zmiennych, tj. $X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9, X_{10}$.

Zmienne diagnostyczne tworzą macierz danych o następującej postaci:

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nm} \end{bmatrix} \quad (1)$$

gdzie:

x_{ij} – zaobserwowana wartość j -tej cechy dla i -tego obiektu

n – liczba obiektów

m – liczba zmiennych.

W pracy do porządkowania państw Unii Europejskiej zastosowano zarówno bezwzorcowe, jak i wzorcowe metody porządkowania liniowego, co pozwoliło na uzyskanie szerszej podstawy formułowania wniosków.

Wzorcowe metody porządkowania liniowego zakładają istnienie pewnego wzorca, który jest obiektem abstrakcyjnym o najlepszych wartościach zmiennych diagnostycznych, jakie zostały zaobserwowane dla wszystkich obiektów (Łuniewska, Tarczyński, 2012, s. 42). Z grupy metod wzorcowych w badaniu wykorzystano metodę Hellwiga i metodę TOPSIS.

Syntetyczna miara Hellwiga jest jedną z najstarszych i najczęściej stosowanych metod porządkowania liniowego. Miara rozwoju Hellwiga syntetyzuje dane i umożliwia otrzymanie jednej, zagregowanej wartości, pozwalającej na porównanie obiektów pod względem badanego zjawiska (Zbierska, Zydrón, Szczepański, 2014, s. 303). Miara ta przyjmuje wartości z przedziału $[0,1]$, przy czym im wyższy poziom zjawiska złożonego, tym wyższa wartość miary rozwoju. Istotną zaletą tej metody jest to, że dzięki niej można bezpośrednio ocenić kilka (lub więcej) jednostek statystycznych (Paluszkiewicz, 2010, s. 345).

Syntetyczny miernik ustalono według następującej procedury (Majka, 2015, s. 358):

1) Standaryzacja zmiennych zgodnie z formułą:

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{s_j} \quad (2)$$

gdzie:

\bar{x}_j – średnia arytmetyczna dla j -tej zmiennej

s_j – odchylenie standardowe dla j -tej zmiennej.

2) Wyznaczenie odległości każdego obiektu (kraju) od wzorca (z_{0j}) w oparciu o następującą formułę:

$$d_{i0} = \sqrt{\sum_{j=1}^m (z_{ij} - z_{0j})^2} \quad (3)$$

przy czym:

$$z_{0j} = \max_i \{z_{ij}\},$$

3) Wyznaczenie miernika syntetycznego (Q_i) zdefiniowanego jako:

$$Q_i = 1 - \frac{d_{i0}}{d_0} \quad (i = 1, 2, \dots, n), \quad (4)$$

gdzie:

$$d_0 = \bar{d} + 2 \cdot S_d$$

\bar{d} – średnia arytmetyczna odległości obiektu od wzorca d_{i0}

S_d – odchylenie standardowe odległości zmiennej od wzorca d_{i0} .

Metoda TOPSIS została opracowana przez K. Yoona i C.L. Hwanga w wydanej w 1981 roku pracy poświęconej wielokryterialnemu podejmowaniu decyzji. W metodzie TOPSIS wyznacza się dwa punkty odniesienia – wzorzec i antywzorzec. Za najlepszy obiekt uznawany jest ten, który ma najmniejszą odległość od rozwiązania „idealnego” oraz najdalszą od rozwiązania „antyidealnego” (Sharma, 2013, s. 50). Procedura wyznaczania metody TOPSIS przebiega w następujących etapach (Binderman, Borkowski, Szczesny, 2009, s. 78):

1) Standaryzacja zmiennych wyrażona wzorem (2).

2) Ustalenie wektorów wartości rozwiązania „idealnego” a^+ i „antyidealnego” a^- :

$$a^+ = (a_1^+, a_2^+, \dots, a_n^+) := \max_i \{z_{ij}\} \quad (5)$$

$$a^- = (a_1^-, a_2^-, \dots, a_n^-) := \min_i \{z_{ij}\}, \quad (6)$$

3) Wyznaczanie odległości obiektów od rozwiązania „idealnego” d_i^+ według wzoru:

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^m (z_{ij} - z_j^+)^2} \quad (7)$$

gdzie:

$$z_j^+ = \max_i \{ z_{ij} \}$$

4) Wyznaczanie odległości obiektów od rozwiązania „antyidealnego” d_i^- według wzoru:

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^m (z_{ij} - z_j^-)^2} \quad (8)$$

gdzie:

$$z_j^- = \min_i \{ z_{ij} \}$$

5) Wyznaczenie wartości miernika syntetycznego (Q_i) zgodnie z formułą:

$$Q_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-} \quad (9)$$

Wartość miary syntetycznej mieści się w granicach od 0 do 1. Im bliższy jedności jest wyznaczony miernik, tym obiekt jest bliższy wzorcowi (García-Cascales, Lamata, 2012, s. 126).

W metodach bezwzorcowych miernik syntetyczny konstruowany jest na podstawie tylko znormalizowanych wartości zmiennych diagnostycznych. W badaniu wykorzystano metodę bezwzorcową, zgodnie, z którą dla poszczególnych obiektów obliczono średnią arytmetyczną znormalizowanych cech według wzoru:

$$Q_i = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m z_{ij} \quad \text{dla } i=1, \dots, n. \quad (10)$$

gdzie:

z_{ij} – znormalizowana wartość j -tej zmiennej w i -tym obiekcie wyrażona wzorem:

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - \min_i x_{ij}}{r_j} \quad (11)$$

przy czym:

r_j – rozstęp dla j -tej zmiennej.

Kraje UE-28, które osiągnęły wartości miernika najbliższe 1, charakteryzowały się najwyższym stopniem wykorzystania technologii ICT w przedsiębiorstwach. Wartości miar bliskie 0 świadczyły zaś o najniższym stopniu wykorzystania technologii ICT w przedsiębiorstwach.

W wyniku porządkowania krajów UE otrzymano v rankingów, których podobieństwo zbadano przy wykorzystaniu współczynnika korelacji rang Spearmana oraz miary podobieństwa rankingów m_{pq} zgodnie ze wzorem:

$$m_{pq} = 1 - \frac{2 \sum_{i=1}^n |c_{ip} - c_{iq}|}{n^2 - z}, \quad p, q = 1, 2, \dots, v. \quad (12)$$

gdzie:

c_{ip} – pozycja i -tego obiektu w rankingu o numerze p ,

c_{iq} – pozycja i -tego obiektu w rankingu o numerze q ,

$z = \begin{cases} 0, n \in P \\ 1, n \notin P \end{cases}$ P – zbiór liczb naturalnych parzystych.

Jeśli porównywane rankingi są identyczne, wówczas $m_{pq}=1$, a gdy porównywane rankingi diametralnie się różnią, wówczas $m_{pq}=0$ (Kukuła, 2017, s. 229).

Obliczone wartości zmiennej syntetycznej Q_i stanowią punkt wyjścia uporządkowania liniowego obiektów i podstawę klasyfikacji krajów UE, ze względu na jednorodną grupę, z punktu widzenia osiągniętego stopnia badanego zjawiska. Całkowity przedział zmienności miar podzielono na cztery grupy typologiczne, do których przypisano poszczególne kraje, według następujących reguł (Miśkiewicz-Nawrocka, Zeug-Żebro, 2015, s.157):

$$\begin{array}{ll} \text{grupa I: } Q_i \geq \bar{z} + s_z & \text{poziom wysoki} \\ \text{grupa II: } \bar{z} + s_z > Q_i \geq \bar{z} & \text{poziom średniowysoki} \\ \text{grupa III: } \bar{z} > Q_i \geq \bar{z} - s_z & \text{poziom średnioniski} \\ \text{grupa IV: } Q_i < \bar{z} - s_z & \text{poziom niski} \end{array} \quad (13)$$

gdzie:

\bar{z} – wartość średnia miary syntetycznej

s_z – odchylenie standardowe miary syntetycznej.

Badania empiryczne stopnia wykorzystania technologii ICT w przedsiębiorstwach krajów UE

Wartości miary syntetycznej pozwoliły na określenie pozycji rankingowych krajów Unii Europejskiej, ocenianych pod względem stopnia wykorzystania ICT w przedsiębiorstwach. Wartości miary syntetycznej i ranking krajów, sporządzony na podstawie wartości miary Hellwiga (R1), metody TOPSIS (R2) i bezwzorcowej metody porządkowania liniowego (R3), zaprezentowano w tabeli 2.

Tabela 2

Wartości miary syntetycznej i pozycje krajów UE-28 w rankingach uzyskanych z wykorzystaniem różnych metod porządkowania liniowego

Kraj	Wartości miary syntetycznej			Ranking krajów		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Austria	0,334	0,397	0,376	15	14	15
Belgia	0,624	0,674	0,727	4	4	4
Bułgaria	0,038	0,078	0,055	28	28	28
Chorwacja	0,321	0,360	0,356	17	16	16
Cypr	0,216	0,269	0,238	22	22	22
Czechy	0,457	0,511	0,516	10	9	9
Dania	0,755	0,774	0,821	1	1	1
Estonia	0,403	0,440	0,436	13	13	13
Finlandia	0,643	0,689	0,753	3	3	3
Francja	0,295	0,328	0,322	18	19	19
Grecja	0,152	0,195	0,170	25	25	25
Hiszpania	0,364	0,393	0,385	14	15	14
Irlandia	0,575	0,648	0,700	5	5	5
Litwa	0,472	0,500	0,499	9	10	11
Luksemburg	0,292	0,351	0,331	19	17	18
Łotwa	0,149	0,194	0,168	26	26	26
Malta	0,476	0,522	0,528	8	8	8
Niderlandy	0,562	0,485	0,644	6	6	6
Niemcy	0,428	0,610	0,484	12	12	12
Polska	0,200	0,243	0,222	24	24	24
Portugalia	0,326	0,351	0,351	16	18	17
Rumunia	0,044	0,091	0,065	27	27	27
Słowacja	0,269	0,310	0,295	21	21	21
Słowenia	0,513	0,546	0,545	7	7	7
Szwecja	0,687	0,716	0,768	2	2	2
Węgry	0,214	0,250	0,233	23	23	23
Wielka Brytania	0,450	0,499	0,511	11	11	10
Włochy	0,269	0,316	0,297	20	20	20
średnia	0,376	0,419	0,421			
odchylenie	0,188	0,187	0,213			
współczynnik zmienności	49,99%	44,63%	50,54%			
asymetria	0,137	0,094	0,228			

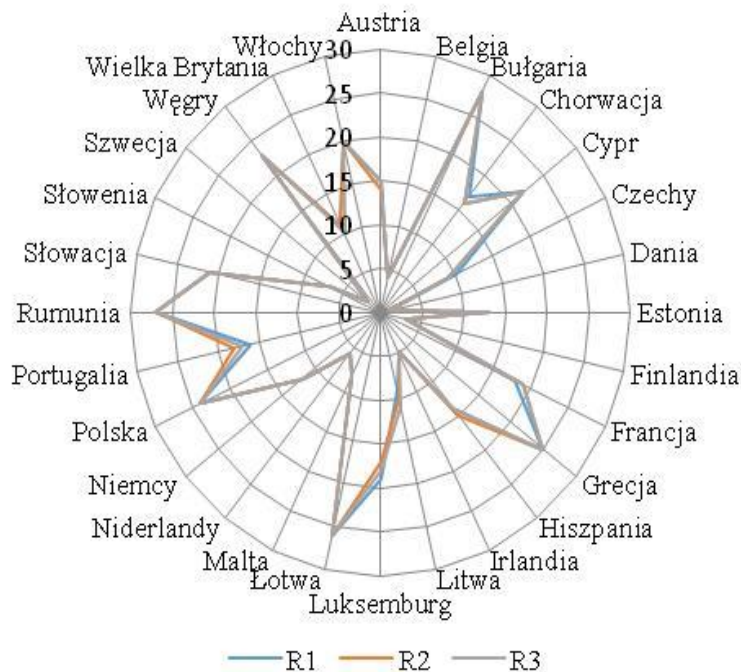
Zródło: opracowanie własne na podstawie danych Eurostat.

Na podstawie informacji zawartych w tabeli 2 można zauważyć duże podobieństwo zajmowanych pozycji przez poszczególne kraje UE względem wartości miary syntetycznej, wyznaczonej za pomocą zastosowanych metod. Różnice rankingowe zaobserwowano dla dziewięciu krajów (Austria, Chorwacja, Czechy, Francja, Hiszpania, Litwa, Luksemburg, Portugalia, Wielka Brytania), jednak nie są one znaczące, mieszczą się w granicach 1-2 miejsc. Czołowe miejsca w rankingu zajmowały zawsze Dania, Finlandia oraz Szwecja. Najniżej w rankingach wypadły

Bułgaria, Rumunia i Łotwa. Niezależnie od zastosowanej metody porządkowania liniowego gvbfc Finlandia – 3., Belgia – 4., Irlandia – 5., Niderlandy – 6., Słowenia – 7., Malta – 8., Niemcy – 12., Estonia – 13., Słowacja – 21., Cypr – 22., Węgry – 23., Polska – 24., Rumunia – 27., Bułgaria – 28.). Pozycja Polski na tle krajów Unii Europejskiej jest stosunkowo niska, o czym świadczy zajmowanie 24. miejsca we wszystkich skonstruowanych rankingach.

Zróźnicowanie krajów UE-28 pod względem stopnia wykorzystania technologii informacyjno-komunikacyjnych należy uznać za duże. Współczynnik zmienności, ustalony na podstawie wartości miar syntetycznych, wyniósł 50,54% w przypadku zastosowania bezwzorcowej metody porządkowania liniowego. W przypadku pozostałych metod współczynnik zmienności wahał się w granicach 44,63-49,99%. Rozkład wyznaczonych miar syntetycznych cechuje się asymetrią prawostronną, co świadczy o tym, że w większości krajów syntetyczny miernik ma wartości niższe od średniej.

Celem oceny dystansu krajów UE-28 w kontekście analizowanego zjawiska uzyskane wyniki odzwierciedlono w postaci graficznej (rysunek 1).



Rysunek 1. Pozycje krajów UE-28 ze względu na stopień wykorzystania ICT w przedsiębiorstwach w 2018. Źródło: opracowanie własne na podstawie tabeli 2.

Analizując rysunek 1, można dostrzec podobieństwo uzyskanych porządkowań, o czym świadczy fakt, że linie odzwierciedlające każdy z rankingów mają podobny kształt i w wielu punktach na siebie nachodzą. Im linia przechodzi bliżej środka, tym obiekt zajmuje wyższą pozycję w rankingu. W przypadku zajmowania jednakowych miejsc krzywe nakładają się na siebie.

W celu ustalenia stopnia podobieństwa rankingów państw Unii Europejskiej dla każdej pary układów porządkowych przedstawionych w tabeli 2 wyznaczono wartości współczynnika korelacji rang Spearmana i miarę podobieństwa rankingów m_{pq} . Wartości współczynnika korelacji Spearmana pomiędzy lokatami krajów UE-28 zaprezentowano w tabeli 3.

Tabela 3

Wartości współczynnika korelacji Spearmana pomiędzy rankingami

	R1	R2	R3
R1	1	0,996	0,997
R2	0,996	1	0,998
R3	0,997	0,998	1

Źródło: opracowanie własne.

Otrzymane wysokie wartości współczynnika rang Spearmana wskazują na duże podobieństwo wyników uporządkowań, zatem w analizie stopnia wykorzystania technologii ICT w przedsiębiorstwach krajów UE można wykorzystać jedną z nich.

Wyniki otrzymanych wartości współczynnika rang Spearmana skonfrontowano z miarą podobieństwa rankingów. W wyniku jej zastosowania uzyskano macierz M . Numer wiersza (kolumny) odpowiada metodzie o przyjętym w tabeli 2 oznaczeniu.

$$[M] = \begin{bmatrix} 1 & 0,974 & 0,980 \\ & 1 & 0,985 \\ & & 1 \end{bmatrix}$$

W wyniku porównania miary podobieństwa rankingów z wynikami współczynnika korelacji rang Spearmana wysunięto identyczny wniosek. Sporządzone rankingi wykazują duże podobieństwo, z tym że największe otrzymano, wykorzystując metodę TOPSIS oraz bezwzorcową metodę porządkowania liniowego (rankingi R2 i R3).

Na podstawie średniej i odchylenia standardowego wartości mierników syntetycznych kraje Unii Europejskiej podzielono na cztery grupy typologiczne (tabela 4).

Tabela 4

Klasyfikacja krajów UE-28 ze względu na stopień wykorzystania technologii ICT w przedsiębiorstwach w 2018 roku

Grupy typologiczne	Metoda Hellwiga	Metoda TOPSIS	Bezwzorcową metodą porządkowania
I	Belgia, Dania, Finlandia, Irlandia, Szwecja	Belgia, Dania, Finlandia, Irlandia, Niemcy, Szwecja	Belgia, Dania, Finlandia, Irlandia, Niderlandy, Szwecja
II	Czechy, Estonia, Litwa, Malta, Niderlandy, Niemcy, Słowenia, Wielka Brytania	Czechy, Estonia, Litwa, Malta, Niderlandy, Słowenia, Wielka Brytania	Czechy, Estonia, Litwa, Malta, Niemcy, Słowenia, Wielka Brytania
III	Austria, Chorwacja, Cypr, Francja, Hiszpania, Luksemburg, Polska, Portugalia, Słowacja, Węgry, Włochy	Austria, Chorwacja, Cypr, Francja, Hiszpania, Luksemburg, Polska, Portugalia, Słowacja, Węgry, Włochy	Austria, Chorwacja, Cypr, Francja, Hiszpania, Luksemburg, Polska, Portugalia, Słowacja, Węgry, Włochy
IV	Bułgaria, Grecja, Łotwa, Rumunia	Bułgaria, Grecja, Łotwa, Rumunia	Bułgaria, Grecja, Łotwa, Rumunia

Źródło: opracowanie własne.

Już po pierwszej analizie widać, że niezależnie od zastosowanej metody porządkowania liniowego, skład grupy trzeciej oraz czwartej jest identyczny. Zmiany w przynależności wystąpiły w grupie pierwszej i drugiej. W skład grupy pierwszej wchodzi kraje Unii Europejskiej, będące liderami w zakresie wykorzystania technologii ICT w przedsiębiorstwach, czyli Belgia, Dania, Finlandia, Irlandia oraz Szwecja. W przypadku sporządzania grup na podstawie wartości miar syntetycznych otrzymanych metodą TOPSIS do grupy pierwszej zaliczono dodatkowo Niemcy. W odniesieniu do klasyfikacji na podstawie wartości miar syntetycznych otrzymanych bezwzorcową metodą porządkowania liniowego w skład grupy pierwszej oprócz krajów nordyckich wchodzi z kolei również Niderlandy. Najmniej liczna jest czwarta grupa typologiczna, którą tworzą państwa UE o najniższym poziomie wykorzystania technologii ICT przez przedsiębiorstwa, obejmując cztery kraje (Bułgaria, Grecja, Łotwa i Rumunia). Najbardziej liczna (11 krajów – tabela 4) jest natomiast grupa trzecia, która obejmuje państwa o średnim stopniu wykorzystania ICT.

Podsumowanie

W artykule dokonano porównania stopnia wykorzystania technologii ICT w przedsiębiorstwach krajów Unii Europejskiej. W badaniu wykorzystano wybrane metody Wielowymiarowej Analizy Porównawczej, tj. metodę Hellwiga, metodę TOPSIS oraz bezwzorcową metodę porządkowania liniowego, stanowiącą średnią arytmetyczną zunitaryzowanych cech. Umożliwiły one zbudowanie miary syntetycznej, a następnie sporządzenie rankingów odzwierciedlających stopień wykorzystania technologii ICT w przedsiębiorstwach w krajach Unii Europejskiej. Na podstawie wartości miary syntetycznej dokonano grupowania krajów, wyróżniając państwa o wysokim, średniowysokim, średnioniskim i niskim poziomie stopnia wykorzystania technologii ICT w przedsiębiorstwach. Przeprowadzone badania empiryczne pozwoliły na sformułowanie następujących wniosków końcowych:

- Niezależnie od zastosowanej metody porządkowania liniowego Dania, Finlandia oraz Szwecja były liderami pod względem stopnia wykorzystania technologii informacyjno-komunikacyjnych w przedsiębiorstwach i to one były zaliczane do grupy pierwszej. Najniższe lokaty zajmowały Bułgaria, Grecja, Rumunia i Łotwa, zaliczane do grupy czwartej.
- Sporządzone rankingi są bardzo podobne, co potwierdzają statystycznie istotne i wysokie wartości współczynnika korelacji rang Spearmana (bliska jedności) oraz miary podobieństwa rankingów m_{pq} . W badaniach stopnia wykorzystania technologii ICT można wykorzystać więc jedną z nich.
- Pozycja Polski na tle krajów Unii Europejskiej jest stosunkowo niska, o czym świadczy zajmowanie 24. miejsca we wszystkich skonstruowanych rankingach.

Bibliografia

- Basl, J., Sasiadek, M. (2012). Innowacyjna rola ICT w społeczeństwie i w gospodarce W: R. Knosala (red.), *Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji* (s. 759-768). Opole: Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją.
- Binderman, Z., Borkowski, B., Szczesny, W. (2009). O pewnych metodach porządkowania i grupowania w analizie zróżnicowania rolnictwa. *Roczniki Nauk Rolniczych. Seria G, Ekonomika Rolnictwa*, 96(2), 77-90.
- Chleba K., Saniuk S. (2016). Wielowymiarowa analiza wykorzystania technologii ICT w przedsiębiorstwach w Polsce. *Przedsiębiorczość i Zarządzanie*, t. 17, z. 12, cz. 1 Nowe kierunki w zarządzaniu logistycznym, 41-53.

- Dębkowska, K. (2015). Wielowymiarowa analiza kondycji finansowej przedsiębiorstw sektora e-usług. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, 385, 56-70.
- García-Cascales, M. S., Lamata, M. T. (2012). On rank reversal and TOPSIS method. *Mathematical and Computer Modelling*, 56, 123-132.
- Jasińska, K., Szapiro, T. (2014). *Zarządzanie procesami realizacji projektów w sektorze ICT*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Kiercz, O. (2013). Infrastruktura ICT polskich przedsiębiorstw w układzie regionalnym. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie*, 907, 43-58.
- Kukuła, K. (2017). Zanieczyszczenia środowiska a działalność proekologiczna w Polsce w 2015 roku w świetle wielowymiarowej analizy porównawczej. *Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Problemy Rolnictwa Światowego*, 3, 226-238.
- Kukuła, K., Luty, L. (2018). O wyborze metody porządkowania liniowego do oceny gospodarki odpadami w Polsce w ujęciu przestrzennym. *Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie*, 18(2), 183-192.
- Leoński, W. (2014). Technologie informacyjno-komunikacyjne jako czynnik poprawy konkurencyjności polskich przedsiębiorstw. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego. Studia i Prace Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania*, 38 (t. 1 Zarządzanie), 181-192.
- Łuniewska, M., Tarczyński, W. (2012). *Metody wielowymiarowej analizy porównawczej na rynku kapitałowym*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Majka, A. (2015). Taksonomiczna analiza zróżnicowania poziomu życia w Polsce. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego*, 407, 354-363.
- Miroń, W., Szymaniec-Mlicka, K. (2014). Wykorzystanie narzędzi ICT w zarządzaniu podmiotem leczniczym na przykładzie procesu rozliczenia świadczeń zdrowotnych z narodowym funduszem zdrowia. *Studia Ekonomiczne/Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach*, 199, 219-227.
- Miśkiewicz-Nawrocka, M., Zeug-Żebro, K. (2015). Ocena stopnia zagrożenia bezrobociem województw Polski w latach 2005-2012. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie*, 4(940), 145-161.
- Nuamah-Gyambah, K., Offei Otu, M., Agyeiwaa, F. (2016). Role of Information and Communication Technology (ICT) in the Survival of Small and Medium Scale Enterprises (SME's) in Ghana: Evidence from selected Small and Medium Scale Enterprises in New Juaben Municipality, Koforidua. *International Journal of Management*, 2(3), 1-14.
- Paluszkiwicz, O.J. (2010). Wykorzystanie metody wzorca rozwoju do klasyfikowania przedsiębiorstw pod względem poziomu zarządzania wiedzą. W: Knosala R. (red.), *Komputerowo zintegrowane zarządzanie* (vol. 2, s. 344-350). Opole: Oficyna Wydawnicza PTZP.
- Sharma, M. (2013). Multi Attribute Decision Making Techniques. *International Journal of Research in Management, Science & Technology*, 1(1), 49-51.
- Zbierska, A., Zydrón, A., Szczepański, P. (2014). Proces suburbanizacji a warunki życia mieszkańców podpoznańskich i podwrocławskich gmin. *Studia i Prace Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania*, 37, 303-313.

https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=isoc_sks_itspt&lang=en.

<https://digital-agenda-data.eu/datasets/desi/visualizations>.