

Jan Kowalik<sup>1</sup>

# INNOWACYJNOŚĆ GOSPODARKI POLSKIEJ NA TLE INNYCH PAŃSTW UE

## Streszczenie

W artykule zaprezentowano działania Unii Europejskiej w zakresie wspierania innowacyjności w krajach unijnych. Przedstawiono założenie głównych programów i strategii pobudzania innowacyjności w ramach Siódmego Programu Ramowego (na lata 2007-2013), programu „Horyzont 2020” oraz Strategii Lizbońskiej i programu „Europa 2020”. W artykule, stosując zarówno wskaźniki pośrednie, jak i bezpośrednie, służące do pomiaru innowacyjności, przeprowadzono analizę porównawczą poziomu innowacyjności gospodarki polskiej oraz gospodarek innych krajów Unii Europejskiej. Narzędziem badawczym, które pozwoliło na zrealizowanie tego celu, była analiza głównych składowych.

**Słowa kluczowe:** innowacyjność gospodarki, Unia Europejska, analiza głównych składowych

## INNOVATIVENESS OF POLISH ECONOMY AGAINST OTHER EU COUNTRIES

### Abstract

Innovation is a key factor determining the economic development of a country or region. An innovative economy is one in which enterprises are able to create and implement innovation and are allowed to introduce new and improved products, new or changed processes. In an innovative economy institutions implement new organizational and technical solutions or new methods of management. The aim of the paper is to draw a comparison between the levels of innovativeness of the Polish economy and those of other European Union countries. This is done by means of the principal components method, which allows to define important factors determining the innovativeness of the EU economies and to classify the countries according to their level of innovation.

**Key words:** innovativeness of economy, European Union, principal component analysis

## Wstęp

Innowacyjność to jeden z kluczowych czynników, który odgrywa wiodącą rolę w kreowaniu wzrostu gospodarczego, a co za tym idzie – rozwoju danego kraju czy też regionu. Przez innowacyjność gospodarki należy rozumieć zdolność wszystkich uczestników procesów gospodarczych do tworzenia i wdrażania innowacji oraz rzeczywistą ich umiejętność do wprowadzania nowych i zmoder-

---

<sup>1</sup> dr Jan Kowalik – Politechnika Częstochowska, Wydział Zarządzania

nizowanych wyrobów, nowych lub zmienionych procesów technologicznych lub organizacyjno-technicznych.

Generowanie i wdrażanie innowacji w postaci nowych produktów, usług, technologii, metod zarządzania pozwala przedsiębiorstwu na zdobycie lub utrzymanie przewagi konkurencyjnej na rynku, która prowadzi do rozwoju przedsiębiorstwa, a w efekcie zwiększenia jego konkurencyjności. Ze względu na to, że przedsiębiorstwa odgrywają znaczącą rolę w gospodarce, innowacje wpływają na wzrost i rozwój gospodarczy.

Istotnym czynnikiem, który stymuluje zdolność innowacyjną przedsiębiorstwa i determinuje innowacyjność gospodarki, jest polityka innowacyjna państwa. Stanowi ona całokształt działań państwa, ukierunkowanego na kreowanie, stymulowanie i wdrażanie nowych rozwiązań techniczno-organizacyjnych w gospodarce<sup>2</sup>. Znaczenie polityki innowacyjnej w gospodarce danego kraju wynika z dwóch faktów<sup>3</sup>:

- roli, jaką innowacje odgrywają we wzroście gospodarczym; ekonomiści oceniają, że aż 2/3 wzrostu gospodarczego krajów rozwiniętych należy łączyć z wprowadzaniem innowacji;
- zjawiska niedoskonałości funkcji samoregulacyjnej rynku, który sam z siebie, bez wsparcia rządów, nie jest w stanie zapewnić innowacyjności gospodarki na racjonalnym z punktu widzenia społecznego poziomie.

Ocena stanu innowacyjności gospodarki odbywa się na podstawie wskaźników pośrednich i bezpośrednich. Wskaźniki pośrednie oparte są na intensywności prac badawczo-rozwojowych, mierzą wyniki działalności wynalazczej i na ich podstawie formułowane są wnioski na temat sytuacji innowacyjnej gospodarki. Natomiast wskaźniki bezpośrednie koncentrują się na efektach innowacji produktowych, procesowych organizacyjnych i marketingowych<sup>4</sup>.

Celem artykułu jest porównanie poziomu innowacyjności gospodarki polskiej oraz gospodarek innych krajów Unii Europejskiej. Narzędziem badawczym, które pozwoli na zrealizowanie tego celu będzie metoda głównych składowych, pozwalająca określić istotne czynniki, determinujące innowacyjność gospodarek w krajach unijnych, oraz dokonać klasyfikacji tychże krajów ze względu na poziom ich innowacyjności.

W pracy, stosując zarówno wskaźniki pośrednie, jak i bezpośrednie, przeprowadzono analizę porównawczą poziomu innowacyjności gospodarki polskiej oraz gospodarek innych krajów Unii Europejskiej. Narzędziem badawczym,

---

<sup>2</sup> W. Kasperkiewicz, *Aktywność innowacyjna małych i średnich przedsiębiorstw w Polsce – uwarunkowania, instrumenty i tendencje*, „Gospodarka w Praktyce i Teorii” 2004, nr 2 (15), s. 11.

<sup>3</sup> K. Koziół, *Modele polityki innowacyjnej w Unii Europejskiej*, [w:] *Innowacje w działalności przedsiębiorstw w integracji z Unią Europejską*, W. Janasz (red.), Difin, Warszawa 2005, s. 132.

<sup>4</sup> P. Nowak, *Poziom innowacyjności polskiej gospodarki na tle krajów UE*, Prace Komisji Geografii Przemysłu, nr 19, Komisja Geografii Przemysłu Polskiego Towarzystwa Geograficznego i Instytut Geografii Uniwersytetu Pedagogicznego w Krakowie, Warszawa – Kraków 2012, s. 153-154.

które pozwoliło na zrealizowanie tego celu była analiza głównych składowych. Metoda ta jest stosunkowo wszechstronnym narzędziem analitycznym, pozwalającym m.in. na:

- redukcję zbioru cech opisujących badane zjawisko i wyodrębnienie takiego podzbioru cech, który dostarczałby niemalże ten sam zakres informacji o badanych obiektach wielowymiarowych, co pełny ich zbiór;
- klasyfikację zarówno cech, jak i obiektów na jednorodne grupy ze względu na rozpatrywany zestaw wskaźników, charakteryzujących badane obiekty;
- porządkowanie obiektów wielocechowych według ich relatywnego znaczenia.

## **1. Innowacyjność jako kluczowy czynnik rozwoju gospodarczego krajów Unii Europejskiej**

Innowacje są kluczowym czynnikiem, determinującym rozwój gospodarczy kraju czy też regionu. Innowacyjna gospodarka to taka, w której przedsiębiorstwa posiadają zdolność do tworzenia i wdrażania innowacji oraz rzeczywistą umiejętność do wprowadzania nowych i zmodernizowanych wyrobów, nowych lub zmienionych procesów technologicznych, rozwiązań organizacyjno-technicznych czy też nowych metod zarządzania.

Wśród przesłanek wyboru innowacyjności, jako wiodącego czynnika oddziałującego na konkurencyjność, wymienia się kilka czynników<sup>5</sup>:

- już w samej nazwie innowacyjność zawiera element nowości i zmiany, ma charakter dynamiczny i rozwojowy;
- jest czynnikiem powiązaniem z pozostałymi czynnikami oddziałującymi na wzrost konkurencyjności;
- silnie oddziałuje na kreowanie popytu rynkowego, ten z kolei jest niezwykle ważnym czynnikiem kształtowania konkurencyjności.

Aktywność przedsiębiorstw w zakresie generowania i wdrażania innowacji w postaci nowych produktów, usług, technologii oraz metod zarządzania uzależniona jest od szeregu czynników, które ogólnie można podzielić na te o charakterze zewnętrznym i wewnętrznym. Warunki zewnętrzne odnoszą się do otoczenia, w którym funkcjonują dane podmioty gospodarcze i w znacznym stopniu są uzależnione od ogólnych zasad funkcjonowania gospodarki oraz kreowania odpowiedniej polityki proinnowacyjnej państwa czy też regionu. Natomiast uwarunkowania wewnętrzne działalności innowacyjnej przedsiębiorstw wyni-

---

<sup>5</sup> A. Sosnowska, *Pojęcie konkurencyjności przedsiębiorstw*, [w:] *Źródła przewagi konkurencyjnej przedsiębiorstw*, A. Sosnowska, K. Poznańska (red.), Szkoła Główna Handlowa, Warszawa 2002, s. 10.

kają z ich aktualnej sytuacji finansowej, kadrowej oraz technicznej i są uważane za zmienne zależne od przedsiębiorstwa.

Podejście Unii Europejskiej do innowacyjności gospodarki zmieniało się na przestrzeni lat. Od zawsze była to jednak sfera wspierana różnymi programami i strategiami, których celem była poprawa poziomu innowacyjności przedsiębiorstw, a co za tym idzie również i gospodarek poszczególnych krajów członkowskich.

Pierwszym wymiernym efektem zainteresowania problematyką innowacji i innowacyjności w Unii Europejskiej była wydana w 1995 roku *Zielona księga innowacyjności*<sup>6</sup>. *Zielona Księga* wskazała na występowanie paradoksu innowacyjnego w Unii, polegającego na tym, iż wysokie nakłady na działalność B + R w Unii nie przekładały się na poprawę pozycji konkurencyjnej zarówno przedsiębiorstw, jak i gospodarek poszczególnych krajów Unii w porównaniu ze Stanami Zjednoczonymi oraz Japonią. W publikacji tej przedstawiono liczne działania, jakie Unia zamierzała podjąć, by zidentyfikować pozytywne i negatywne czynniki, od których zależy innowacyjność przedsiębiorstw europejskich. Działania te dotyczyły: budowy monitoringu technologicznego, rozwoju systemu szkoleń, zwiększenia efektywności wykorzystania nakładów, zwiększenia mobilności studentów i pracowników naukowych, propagowania innowacji, rozwoju systemu finansowania innowacji, ochrony własności intelektualnej i przemysłowej, budowy systemów podatkowych, wspierających innowacyjność, uproszczenia procedur administracyjnych oraz modyfikacji przepisów prawnych, wzmocnienia procesów innowacyjnych w przedsiębiorstwach oraz wzrostu roli władz regionalnych<sup>7</sup>. Komisja Europejska potraktowała ten dokument jako środek prowadzący do prawdziwej europejskiej strategii na rzecz promocji innowacji.

Następnym krokiem w kierunku wspierania procesów innowacyjnych w Unii było ogłoszenie przez Komisję Europejską w 1997 roku *Pierwszego planu działań na rzecz innowacji w Europie (The First Action Plan for Innovation in Europe)*<sup>8</sup>. Był to dokument, który po raz pierwszy ustanawiał wspólne ramy dla polityki innowacyjnej w poszczególnych krajach Unii Europejskiej. Publikacja ta wskazywała na trzy zasadnicze obszary działań w kierunku wzrostu innowacyjności<sup>9</sup>:

- rozwijanie kultury innowacyjnej;
- stworzenie podstaw działań na rzecz innowacji;
- efektywniejsze sposoby upowszechniania innowacji.

Na podstawie *Pierwszego planu działań na rzecz innowacji w Europie* zbudowano praktyczny instrument *Trend Chart On Innovation*, służący do zbierania

---

<sup>6</sup> *Green Paper on Innovation*, <http://ica.cordis.lu/documents/documents/documentlibrary/4INL95bookEN.doc>, data dostępu 12.09.2011 r.

<sup>7</sup> Ibidem.

<sup>8</sup> *The First Action Plan for Innovation in Europe*, COM (1995) 589.

<sup>9</sup> K. Kozioł, op. cit., s. 131.

danych i analizy informacji związanych z polityką innowacyjną na poziomie narodowym oraz unijnym.

Kolejny etap ewaluowania narzędzi, wspierających działalność innowacyjną w krajach Wspólnoty, związany był z infrastrukturą i pracą w sieci (*networking*), które to elementy miały doprowadzić do wzrostu odpowiedzialności za rozwój innowacji na szczeblu lokalnym i regionalnym. Nowymi instrumentami i narzędziami stały się: bezpośrednie wsparcie nauki, system finansowego wsparcia przedsiębiorstw wdrażających innowacje (głównie technologiczne) oraz inwestycje w infrastrukturę innowacji<sup>10</sup>. Działania te były realizowane w ramach Czwartego Programu Ramowego. Powstały dwa rodzaje sieci: sieć centrów przekazu informacji (*Information Relay Centre – IRC*) oraz sieć innowacyjnych regionów w Europie. Zadaniem IRC było promowanie innowacji, natomiast celem IRE było łączenie regionów, zainteresowanych innowacjami i strategiami innowacyjnymi, oraz wymiana doświadczeń między nimi.

Programy ramowe są podstawowymi dokumentami potwierdzającymi politykę innowacyjną Unii Europejskiej. Stanowią one zbiór tematów działalności naukowo-badawczej i technicznej, zebranych w kilku dziedzinach, finansowanych przez Unię Europejską, a zarządzanych przez Komisję. Dotychczas zrealizowano siedem programów ramowych. W latach 1998-2006 realizowane były odpowiednio Piąty i Szósty Program Ramowy, natomiast w latach 2007-2013 Siódmy Program Ramowy.

Siódmy Program Ramowy (2007-2013) był największym programem finansowania badań naukowych i rozwoju technologicznego w Europie. Jego najważniejszymi celami było:

- wspieranie współpracy ponadnarodowej na wszystkich płaszczyznach w całej UE;
- zwiększenie dynamizmu, kreatywności i doskonałości europejskich badań naukowych w pionierskich dziedzinach wiedzy (naukowcy w sposób niezależny i odpowiedzialny określają główne badania w tym obszarze);
- wzmacnianie potencjału ludzkiego w zakresie badań i technologii poprzez zapewnienie lepszej edukacji i szkoleń, łatwiejszego dostępu do potencjału badawczego oraz uznania dla zawodu naukowca, także poprzez znaczne zwiększenie udziału kobiet w badaniach naukowych oraz zachęcanie naukowców do mobilności i rozwijania kariery;
- zintensyfikowanie dialogu między światem nauki i społeczeństwem w Europie celem zwiększenia społecznego zaufania do nauki;
- wspieranie naukowców rozpoczynających karierę;

---

<sup>10</sup> K. Tuszyński, *Dominujące trendy w unijnej polityce innowacji*, [w:] *Przedsiębiorczość i innowacyjność małych i średnich przedsiębiorstw – wyzwania współczesności*, A. Kaleta, K. Moszkowicz, L. Woźniak (red.), Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego we Wrocławiu, nr 1030, Wrocław 2004, s. 661 i dalsze.

- wspieranie szerokiego stosowania rezultatów i rozpowszechniania wiedzy, uzyskanej w wyniku działalności badawczej, finansowanej ze środków publicznych<sup>11</sup>.

Na lata 2014-2020 przewidziano realizację kolejnego programu ramowego o nazwie „Horyzont 2020”. Program ten koncentruje się na trzech różnych, lecz wzajemnie uzupełniających się, celach, jakimi są<sup>12</sup>:

- doskonała baza naukowa – w ramach tego priorytetu podniesie się poziom doskonałości europejskiej bazy naukowej i zapewniony zostanie stały dopływ światowej klasy badań w celu zagwarantowania długoterminowej konkurencyjności Europy;
- wiodąca pozycja w przemyśle – celem tego priorytetu będzie poprawa atrakcyjności Europy jako miejsca na inwestycje w zakresie badań naukowych i innowacji (w tym ekoinnowacji), poprzez wspieranie działań zgodnych z potrzebami sektora biznesu;
- wyzwania społeczne – priorytet ten odzwierciedla priorytety polityczne strategii „Europa 2020” oraz stanowi odpowiedź na główne obawy żywione przez obywateli w Europie i na świecie.

Przedostatnim jak dotychczas programem wsparcia dla procesów innowacyjnych w krajach UE była Strategia Lizbońska. W marcu 2000 roku na posiedzeniu Rady Europejskiej została przyjęta Strategia Lizbońska, stanowiąca długofalowy program rozwoju społeczno-gospodarczego. Nadrzędnym jej celem było uczynienie z Unii Europejskiej do 2010 roku najbardziej konkurencyjnej, dynamicznej i opartej na wiedzy gospodarki świata; zdolnej do dalszego rozwoju, charakteryzującej się większą spójnością społeczną oraz oferującej większą liczbę miejsc pracy. Takie sformułowanie celu odzwierciedla rosnącą w Europie i świecie świadomość, że zdolność do zdobywania i wykorzystywania wiedzy jest czynnikiem coraz bardziej kluczowym dla określenia konkurencyjności gospodarki<sup>13</sup>. Strategia Lizbońska miała być szansą na odbudowę europejskiej gospodarki i wyprowadzenia jej na pozycje światowego lidera. Cztery najistotniejsze kwestie poruszane przez strategię to:

- innowacyjność – gospodarka oparta na wiedzy;
- liberalizacja – rynek telekomunikacyjny, energia, transport, rynek finansowy;
- przedsiębiorczość – zakładanie i prowadzenie działalności gospodarczej;

---

<sup>11</sup> Punkt kontaktowy 7 Programu Ramowego, 7. *Program Ramowy (7PR) Wspólnoty Europejskiej badań, rozwoju technologicznego i wdrożeń (2007-2013)*, [http://7pr.kpk.gov.pl/pliki/6637/7PR\\_informacja\\_for\\_net.pdf](http://7pr.kpk.gov.pl/pliki/6637/7PR_informacja_for_net.pdf), data dostępu 08.01.2008 r.

<sup>12</sup> Punkt kontaktowy 7 Programu Ramowego, *Horyzont 2020*, <http://7pr.pb.edu.pl/horyzont-2020/>, data dostępu 08.04.2014 r.

<sup>13</sup> *Gospodarka oparta na wiedzy. Perspektywy Banku Światowego*, A. Kukliński (red.), „Re-wasz”, Warszawa 2003, s. 12.

– spójność społeczna – stworzenie nowego modelu państwa socjalnego<sup>14</sup>.

Choć po pięciu latach Komisja zdecydowała się odnowić Strategię z 2000 roku, to i tak cel pozostał wciąż ten sam – stworzenie najbardziej konkurencyjnej gospodarki na świecie.

Podstawą budowania gospodarki opartej na wiedzy jest podniesienie innowacyjności gospodarki europejskiej. Według Komisji sprostanie temu wyzwaniu miało być możliwe m.in. dzięki wiedzy i edukacji – „wiedza i innowacje będą bijącym sercem europejskiego wzrostu gospodarczego”<sup>15</sup>. W związku z tym działania powinny skupić się wokół takich pojęć jak: edukacja, badania i rozwój, sprawna dystrybucja wiedzy i informacji. Wydatki ogółem na badania i rozwój technologiczny oraz innowacje w UE miały więc zostać zwiększone tak, aby do 2010 roku zbliżyć się do poziomu 3% PKB. Dwie trzecie tych wydatków miała pochodzić z sektora prywatnego. Wyzwanie realizacji tego celu podejmował Siódmy Program Ramowy (7PR) poprzez szereg nowych inicjatyw takich jak: Europejskie Platformy Technologiczne (*European Technology Platforms – ETP*) oraz Wspólne Inicjatywy Technologiczne (*Joint Technology Initiatives – JTI*).

Dziś już wiadomo, że nie wszystkie założenia Strategii Lizbońskiej udało się zrealizować w poszczególnych krajach Wspólnoty w zakładanym czasie, dlatego też została ona zastąpiona w 2010 roku nowym programem rozwoju społeczno-gospodarczego Unii Europejskiej „Europa 2020”. W programie tym zaproponowano trzy podstawowe, wzajemnie wzmacniające się, priorytety<sup>16</sup>:

- wzrost inteligentny – czyli rozwój oparty na wiedzy i innowacjach;
- wzrost zrównoważony – czyli transformacja w kierunku gospodarki niskoemisyjnej, efektywnie korzystającej z zasobów oraz konkurencyjnej;
- wzrost sprzyjający włączeniu społecznemu – czyli wspieranie gospodarki charakteryzującej się wysokim poziomem zatrudnienia i zapewniającej spójność gospodarczą, społeczną i terytorialną.

Unia Europejska zauważyła istotę innowacyjności oraz jej wpływ na działalność przedsiębiorstwa, która przekłada się na wyniki gospodarki całej Unii. Wydawane w kolejnych latach programy, podejmowanie różnorodnych inicjatyw na szczeblach: wspólnotowym, krajowym i regionalnym, mają za zadanie wspierać przedsięwzięcia innowacyjne, stwarzać warunki do budowy środowiska innowacyjnego, sprzyjać rozwojowi innowacji. Strategia „Europa 2020” oraz programy ramowe wyznaczają ogólne ramy polityki innowacyjnej na szczeblu unijnym

---

<sup>14</sup> W. Kasperkiewicz, *Kontrowersje wokół nowej gospodarki*, [w:] *Strategia lizbońska – droga do sukcesu zjednoczonej Europy*, A. Budzyńska et al. (oprac.), Urząd Komitetu Integracji Europejskiej, Warszawa 2002, s. 7.

<sup>15</sup> *Wspólne działania na rzecz wzrostu gospodarczego i zatrudnienia. Nowy początek Strategii Lizbońskiej 2005*, Komunikat na wiosenny szczyt Rady Europejskiej, Komunikat przewodniczącego Barroso w porozumieniu z wiceprzewodniczącym Verheugenem, Komisja Europejska, COM (2005) 24, Bruksela, s. 5.

<sup>16</sup> Ministerstwo Gospodarki, *Strategia Europa 2020*, <http://www.mg.gov.pl/Bezpieczenstwo+gospodarcze/Strategia+Europa+2020>, data dostępu 15.04.2014 r.

i stanowią punkt odniesienia dla tworzenia – w poszczególnych krajach członkowskich Wspólnoty – strategicznej polityki proinnowacyjnej, uwzględniającej uwarunkowania lokalne, występujące w danym państwie.

## 2. Metodyka badań poziomu innowacyjności krajów Unii Europejskiej

W analizie innowacyjności gospodarek krajów Unii Europejskiej zastosowana zostanie metoda głównych składowych. Analiza głównych składowych jest jedną z technik redukcji danych, pozwalających określić strukturę wewnętrzną zmiennych lub zredukować dużą liczbę zmiennych do mniejszej liczby składowych. Podstawowym celem metody głównych składowych jest takie ortogonalne przekształcenie obserwowalnych zmiennych, opisujących obserwacje wielowymiarowe, na nowy układ zmiennych nieskorelowanych, tzw. głównych składowych, aby wyjaśniały one całkowitą wariancję wyjściowych zmiennych. Przekształcenia tego dokonuje się w taki sposób, że kolejne główne składowe wyjaśniają coraz mniejszy procent całkowitej wariancji. Zatem największy procent całkowitej wariancji cech opisujących obserwacje wielowymiarowe jest wyjaśniony przez pierwszą główną składową<sup>17</sup>. Interpretacja uzyskanych składowych głównych dokonywana jest na podstawie ich wartości własnych, wektorów własnych oraz ładunków czynnikowych.

Wartość własna daje informację o tym, jaka część całkowitej zmienności jest tłumaczona przez daną składową główną. Pierwsza składowa główna wyjaśnia największą część wariancji, kolejna wyjaśnia największą część tej wariancji, która nie została wytłumaczona przez poprzednią itd.

Wektor własny odzwierciedla wpływ poszczególnych zmiennych pierwotnych na daną składową główną. Zawiera współczynniki kombinacji liniowej, wyznaczające składową.

Kolejną ważną statystyką, pozwalającą na interpretację składowych, są ich ładunki czynnikowe. W analizie głównych składowych, gdy rotacja jest ortogonalna, możemy je interpretować jako korelacje zmiennej wyjściowej z określoną składową. Wartość ładunku czynnikowego określa zarówno siłę powiązania zmiennej ze składową, jak i kierunek tego powiązania. Innymi słowy, ładunki czynnikowe wyrażają stopień nasycenia głównej składowej danym czynnikiem. Im większy jest współczynnik korelacji zmiennej ze składową, tym bardziej istotna jest ta zmienna dla danej głównej składowej.

Jak już wspomniano, celem analizy składowych głównych jest redukcja liczby zmiennych przy jednoczesnym zachowaniu jak największej ilości informacji o opisywanych zmiennych. W tym celu niezbędne jest kryterium pozwa-

---

<sup>17</sup> *Statystyczne metody analizy danych*, W. Ostasiewicz (red.), Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Oskara Lange'a we Wrocławiu, Wrocław 1999, s. 157.



lające na wybór odpowiedniej liczby składowych, w zależności od wymaganego poziomu dokładności opisu danych. Do najczęściej stosowanych kryteriów wyboru liczby głównych składowych należą:

1. Kryterium Kaisera – wykorzystuje się tylko te główne składowe, dla których wartość własna przekracza lub jest bliska jeden. W metodzie tej zakłada się, że każdy czynnik powinien wyjaśniać zmienność co najmniej jednej zmiennej pierwotnej.
2. Kryterium Cattella – oparte jest na wykresie osypiska, na którym przedstawione są graficznie poszczególne składowe (na osi X) oraz ich wartości własne (na osi Y). W celu dokonania wyboru głównych składowych szuka się na wykresie takiego punktu, w którym wykres przestaje być stromy i liczy się składowe (punkty) powyżej tego punktu.
3. Kryterium procentu wyjaśnianej wariancji – przyjmuje się tyle składowych, by wyjaśnić określony arbitralnie procent wyjaśnianej wariancji. Przyjmuje się, że stopień wyjaśnionej wariancji oryginalnych zmiennych musi wynosić co najmniej 75%<sup>18</sup>.

Do scharakteryzowania poziomu innowacyjności krajów Unii Europejskiej wybrano 9 wskaźników. Zaproponowany zestaw zmiennych, charakteryzujących badany obszar, jest następujący:

X<sub>1</sub> – absolwenci studiów doktoranckich w przeliczeniu na 1000 mieszkańców w wieku 25-34 lata;

X<sub>2</sub> – odsetek ludności w wieku 30-34 lat, posiadających wykształcenie wyższe;

X<sub>3</sub> – liczba zatrudnionych w sektorze B + R, wyrażona jako odsetek ludności aktywnej zawodowo;

X<sub>4</sub> – wydatki publiczne na badania i rozwój jako procent PKB;

X<sub>5</sub> – wydatki przedsiębiorstw na badania i rozwój jako procent PKB;

X<sub>6</sub> – MŚP, wprowadzające innowacje produktowe lub procesowe jako procent ogółu przedsiębiorstw MŚP;

X<sub>7</sub> – MŚP, wprowadzające innowacje marketingowe lub organizacyjne jako procent ogółu przedsiębiorstw MŚP;

X<sub>8</sub> – udział wartości eksportu wyrobów wysokiej techniki w eksporcie ogółem;

X<sub>9</sub> – liczba wynalazków zgłoszonych do ochrony w EPO (Europejski Urząd Patentowy) w przeliczeniu na milion ludności.

Pięć pierwszych wskaźników należy traktować jako elementy „wkładu” w działalność innowacyjną w gospodarce, natomiast cztery kolejne wskaźniki obrazują efekty działalności innowacyjnej.

Dane wykorzystane w badaniu pochodzą z bazy danych Eurostat oraz *Innovation Union Scoreboard* i dotyczą roku 2010 w przypadku zmiennych X<sub>6</sub> i X<sub>7</sub> oraz roku 2011 w odniesieniu do pozostałych analizowanych wskaźników.

---

<sup>18</sup> A. Czopek, *Analiza porównawcza efektywności metod redukcji zmiennych – analiza składowych głównych i analiza czynnikowa*, s. 9, [http://www.ue.katowice.pl/uploads/media/1\\_A.Czopek\\_Analiza\\_Porownawcza\\_Efektywnosci....pdf](http://www.ue.katowice.pl/uploads/media/1_A.Czopek_Analiza_Porownawcza_Efektywnosci....pdf), data dostępu 15.04.2014 r.

### 3. Analiza poziomu innowacyjności krajów Unii Europejskiej

Pierwszym etapem przeprowadzanej analizy było wyznaczenie współczynników korelacji liniowej Pearsona w celu ustalenia siły i kierunku zależności pomiędzy rozpatrywanymi wskaźnikami, charakteryzującymi innowacyjność gospodarek poszczególnych krajów członkowskich Unii Europejskiej. Badanie to jest o tyle istotne, gdyż w literaturze uznaje się, że dla zmiennych o współczynniku korelacji  $<0,3$  nie powinno się prowadzić dalszej analizy głównych składowych, w takiej sytuacji bowiem każda zmienna stanowi już odrębną składową<sup>19</sup>.

Analizy macierzy współczynników korelacji pomiędzy cechami, opisującymi innowacyjność gospodarek w krajach EU, wykazała, iż zmienna  $X_8$  osiąga stosunkowo niskie wartości współczynników korelacji z pozostałymi zmiennymi, dlatego też wskaźnik udziału wartości eksportu wyrobów wysokiej techniki w eksporcie ogółem będzie w dalszych rozważaniach pominięty (tabela 1.).

**Tabela 1. Wartości współczynnika korelacji liniowej Pearsona między wskaźnikami innowacyjności**

Zmienne	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$	$X_8$	$X_9$
$X_1$	1	0,152585	0,639082	0,746009	0,760616	0,514777	0,445948	<b>-0,086299</b>	0,761275
$X_2$	0,152585	1	0,430232	0,412332	0,380865	0,2624	0,198516	<b>0,186744</b>	0,375524
$X_3$	0,639082	0,430232	1	0,795763	0,855862	0,673939	0,652315	<b>0,157402</b>	0,781858
$X_4$	0,746009	0,412332	0,795763	1	0,850299	0,609256	0,46005	<b>-0,044627</b>	0,819169
$X_5$	0,760616	0,380865	0,855862	0,850299	1	0,65764	0,531991	<b>0,154121</b>	0,874966
$X_6$	0,514777	0,2624	0,673939	0,609256	0,65764	1	0,889328	<b>0,189089</b>	0,695046
$X_7$	0,445948	0,198516	0,652315	0,46005	0,531991	0,889328	1	<b>0,270133</b>	0,579083
$X_8$	-0,086299	0,186744	0,157402	-0,044627	0,154121	0,189089	0,270133	1	0,198407
$X_9$	0,761275	0,375524	0,781858	0,819169	0,874966	0,695046	0,579083	<b>0,198407</b>	1

Źródło: obliczenia własne w programie Statistica

Kolejnym etapem analizy było wyznaczenie wartości własnych z macierzy korelacji dla standaryzowanych zmiennych pierwotnych. Procedurę standaryzacji przeprowadza się przede wszystkim dla sprowadzenia wszystkich zmiennych do wspólnego miana i doprowadzenia do ich porównywalności. Wartości własne odzwierciedlają istotność głównych składowych w wyjaśnianiu zasobów informacyjnych zmiennych wejściowych (tabela 2.).

<sup>19</sup> A. Sokołowski, A. Sagan, *Przykłady stosowania analizy danych w marketingu i badaniu opinii publicznej*, <http://www.statsoft.pl/czytelnia/marketing/adwmarketingu.html>, data dostępu 21.11.2013 r.

**Tabela 2. Wartości oraz skumulowane wartości własne głównych składowych**

Numer wartości	Wartość własna	Procent ogółu wariacji	Skumulowane wartości własne	Skumulowany procent wariacji
1	5,360659	67,00824	5,360659	67,0082
2	0,97116	12,13951	6,33182	79,1477
3	0,851388	10,64236	7,183208	89,7901
4	0,277595	3,46993	7,460803	93,26
5	0,202787	2,53483	7,663589	95,7949
6	0,173279	2,16599	7,836869	97,9609
7	0,105514	1,31893	7,942383	99,2798
8	0,057617	0,72021	8	100

Źródło: obliczenia własne w programie Statistica

W pierwszej kolumnie tabeli 2. wyszczególniono kolejne główne składowe, w kolumnie drugiej podane są wartości własne kolejnych głównych składowych, będące jednocześnie ich wariacjami, a w kolumnie trzeciej podano procenty sumy wariacji zmiennych wejściowych, wyodrębnione przez kolejne główne składowe. Z wyliczeń wynika, iż pierwsza główna składowa jest nośnikiem 67% informacji o innowacyjności krajów Unii Europejskiej, zawartych w zmiennych wejściowych.

**Tabela 3. Wektory własne macierzy korelacji**

Zmienna	Czynn. 1	Czynn. 2	Czynn. 3	Czynn. 4	Czynn. 5	Czynn. 6	Czynn. 7	Czynn. 8
$X_1$	-0,34331	0,026425	0,50472	-0,60663	0,476168	-0,052364	0,082738	-0,149579
$X_2$	-0,191925	0,64716	-0,655009	-0,315277	0,112641	0,017519	0,053737	0,005454
$X_3$	-0,391422	0,062226	-0,059648	0,628156	0,488584	0,055638	-0,189839	-0,40857
$X_4$	-0,384056	0,229533	0,18883	0,132174	-0,295538	-0,74943	-0,217752	0,224244
$X_5$	-0,4003	0,140296	0,176114	0,267892	-0,104836	0,299642	0,681627	0,389749
$X_6$	-0,35462	-0,434933	-0,294907	-0,154168	-0,36423	-0,171746	0,346551	-0,540447
$X_7$	-0,316891	-0,556664	-0,373399	-0,098659	0,285149	-0,002719	-0,211815	0,56068
$X_8$	-0,397715	0,072135	0,139977	-0,123622	-0,457772	0,559394	-0,52653	-0,045086

Źródło: obliczenia własne w programie Statistica

Stosując kryterium procentu wyjaśnianej wariacji oraz kryterium Kaisera, można dokonać redukcji ośmiu zmiennych pierwotnych do dwóch składowych głównych, które wyjaśniają w 79% zmienność danych pierwotnych. Można więc z dobrym przybliżeniem analizować pierwotny zbiór danych jedynie w dwóch wymiarach.

W dalszej kolejności analizy wyznaczono wartości wektorów własnych (tabela 3.), które informują o kierunku i sile wpływu poszczególnych zmiennych pierwotnych na główne składowe (w tabeli 3. określanymi mianem czynników – nazewnictwo programu Statistica).

Warto zwrócić uwagę, iż pierwsza główna składowa ma ujemne ładunki czynnikowe ze wszystkimi zmiennymi pierwotnymi. W dalszych rozważaniach skoncentrujemy się jedynie na tej głównej składowej, gdyż bardzo często w badaniach poziomu rozwoju ekonomicznego krajów, czy też regionów lub innych jednostek przestrzennych, czynnik ten (wartości pierwszej głównej składowej) pełni rolę wskaźnika syntetycznego, charakteryzującego rozwój poszczególnych jednostek i pozwala na ich uporządkowanie według stopnia tego rozwoju<sup>20</sup>.

Wartości dla pierwszej głównej składowej wyznaczamy jako sumę iloczynu wartości wektorów własnych oraz wartości poszczególnych zmiennych (wskaźników). Wyznaczone wartości pierwszej głównej składowej posłużyły do uporządkowania krajów Unii Europejskiej pod względem poziomu innowacyjności ich gospodarek (tabela 4.).

**Tabela 4. Uporządkowanie krajów Unii Europejskiej ze względu na innowacyjność ich gospodarek według pierwszej głównej składowej**

Kraj	Czynn. 1	Pozycja	Kraj	Czynn. 1	Pozycja
Finlandia	-4,41158	1	Czechy	0,33594	15
Szwecja	-4,19225	2	Włochy	0,49608	16
Niemcy	-4,18764	3	Hiszpania	0,87658	17
Dania	-3,35861	4	Grecja	1,20853	18
Austria	-2,39863	5	Litwa	1,50164	19
Holandia	-1,86753	6	Chorwacja	1,92945	20
Belgia	-1,44889	7	Słowacja	1,96061	21
Luksemburg	-1,442	8	Cypr	2,14135	22
Francja	-1,24409	9	Węgry	2,31332	23
Irlandia	-0,95546	10	Łotwa	2,51681	24
Słowenia	-0,82471	11	Malta	2,61779	25
Estonia	-0,68106	12	Polska	2,90491	26
Portugalia	-0,33004	13	Rumunia	3,14793	27
Wielka Brytania	-0,23798	14	Bułgaria	3,62952	28

Źródło: obliczenia własne w programie Statistica

<sup>20</sup> *Statystyczne metody analizy...*, op. cit., s. 166.

Ze względu na to, iż pierwsza główna składowa ma ujemne ładunki czynnikowe ze wszystkimi zmiennymi pierwotnymi, a wszystkie zmienne (wskaźniki innowacyjności) wykorzystane w badaniu są stymulantami (pożądanym jest, aby przyjmowały jak największe wartości), dlatego też pierwsze miejsce w rankingu innowacyjności przypada podmiotowi o największej ujemnej wartości wskaźnika syntetycznego, jakim jest pierwsza główna składowa.

Najbardziej innowacyjną gospodarką wśród badanych krajów Wspólnoty, jest gospodarka Finlandii, a w dalszej kolejności Szwecji oraz Niemiec i Danii. Najmniej innowacyjne kraje Unii to Bułgaria oraz Rumunia. Jeżeli chodzi o Polskę, to w rankingu innowacyjności gospodarka naszego kraju zajmuje pozycję dwudziestą szóstą i wyprzedza jedynie Rumunię oraz Bułgarię; swym poziomem innowacyjności zbliżona jest do takich gospodarek jak: węgierska, łotewska oraz maltańska.

## Zakończenie

Przeprowadzona analiza wykazała, iż gospodarka Polski w porównaniu z innymi krajami Unii Europejskiej charakteryzuje się niskim poziomem innowacyjności. Uzyskane w badaniu wyniki są zbliżone do rezultatów badania IUS 2014 (*Innovation Union Scoreboard 2014*)<sup>21</sup>, w którym na podstawie 25 wskaźników konstruuje się syntetyczny miernik innowacyjności krajów Unii (*Summary Innovation Index – SII*). Według raportu IUS z 2014 roku liderami pod względem innowacyjności są gospodarki krajów skandynawskich oraz Niemiec; Polska w rankingu tym zajmuje 25. miejsce i zaliczana do grupy krajów tzw. umiarkowanych innowatorów (wśród nich znajduje się na ostatnim miejscu)<sup>22</sup>. Niski poziom innowacyjności polskiej gospodarki, zdaniem ekspertów, wynika przede wszystkim z utrzymujących się barier utrudniających przedsiębiorcom, w tym szczególnie małym i średnim, wprowadzanie rozwiązań innowacyjnych. Do barier tych zalicza się<sup>23</sup>:

- wysokie koszty opracowania i wdrożenia innowacji, znacznie przekraczające możliwości;
- kapitałowe większości przedsiębiorców, przy jednoczesnym utrudnionym dostępie do zewnętrznych źródeł finansowania, w tym wysoki koszt kredytów;
- słabo rozwiniętą infrastrukturę komercjalizacji wyników prac B + R;
- zbyt wysokie ryzyko związane z inwestowaniem w nowe technologie i tworzeniem nowych przedsiębiorstw, opartych na tych technologiach;

---

<sup>21</sup> European Commission, *Innovation Union Scoreboard 2014*, European Union, Belgium 2014, [http://ec.europa.eu/enterprise/policies/innovation/files/ius/ius-2014\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/enterprise/policies/innovation/files/ius/ius-2014_en.pdf), data dostępu 08.04.2014 r.

<sup>22</sup> Ibidem.

<sup>23</sup> *Na ile polska gospodarka jest innowacyjna? Materiał na posiedzenie Komisji Gospodarki Narodowej 23 luty 2013*, <http://ww2.senat.pl/k7/kom/kgm/292/1.pdf>, data dostępu 24.03.2014 r.

- trudności w dostępie do nowych innowacyjnych rozwiązań, wypracowywanych przez sektor badawczo-rozwojowy oraz brak informacji o nowych technologiach i możliwościach rynkowych;
- barierę socjalno-pracowniczą – nowe technologie są zazwyczaj bardziej efektywne i w długim okresie tańsze niż wcześniejsze rozwiązania, wymagają one jednak gruntownego przeszkolenia załóg lub przekwalifikowania pracowników;
- zbyt duże obciążenia regulacyjne przedsiębiorstw, hamujące ich rozwój oraz prowadzenie przez nich działalności innowacyjnej;
- niewielkie zainteresowanie instytucji badawczych współpracą z gospodarką.

## Bibliografia

1. *Gospodarka oparta na wiedzy. Perspektywy Banku Światowego*, A. Kukliński (red.), „Rewasz”, Warszawa 2003.
2. Kasperkiewicz W., *Aktywność innowacyjna małych i średnich przedsiębiorstw w Polsce – uwarunkowania, instrumenty i tendencje*, „Gospodarka w Praktyce i Teorii” 2004, nr 2 (15).
3. Kasperkiewicz W., *Kontrowersje wokół nowej gospodarki*, [w:] *Strategia lizbońska – droga do sukcesu zjednoczonej Europy*, A. Budzyńska et al. (oprac.), Urząd Komitetu Integracji Europejskiej, Warszawa 2002.
4. Koziół K., *Modele polityki innowacyjnej w Unii Europejskiej*, [w:] *Innowacje w działalności przedsiębiorstw w integracji z Unią Europejską*, W. Janasz (red.), Difin, Warszawa 2005.
5. Nowak P., *Poziom innowacyjności polskiej gospodarki na tle krajów UE*, Prace Komisji Geografii Przemysłu, nr 19, Komisja Geografii Przemysłu Polskiego Towarzystwa Geograficznego i Instytut Geografii Uniwersytetu Pedagogicznego w Krakowie, Warszawa – Kraków 2012.
6. Sosnowska A., *Pojęcie konkurencyjności przedsiębiorstw*, [w:] *Źródła przewagi konkurencyjnej przedsiębiorstw*, A. Sosnowska, K. Poznańska (red.), Szkoła Główna Handlowa, Warszawa 2002.
7. *Statystyczne metody analizy danych*, W. Ostasiewicz (red.), Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego we Wrocławiu, Wrocław 1999.
8. *The First Action Plan for Innovation in Europe*, COM (1995) 589.
9. Tuszyński K., *Dominujące trendy w unijnej polityce innowacji*, [w:] *Przedsiębiorczość i innowacyjność małych i średnich przedsiębiorstw – wyzwania współczesności*, A. Kaleta, K. Moszkowicz, L. Woźniak (red.), Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego we Wrocławiu, nr 1030, Wrocław 2004.
10. *Wspólne działania na rzecz wzrostu gospodarczego i zatrudnienia. Nowy początek Strategii Lizbońskiej 2005*, Komunikat na wiosenny szczyt Rady Europejskiej, Komunikat przewodniczącego Barroso w porozumieniu z wiceprzewodniczącym Verheugenem, Komisja Europejska, COM (2005) 24, Bruksela.

## Źródła internetowe

1. Czopek A. *Analiza porównawcza efektywności metod redukcji zmiennych – analiza składowych głównych i analiza czynnikowa*, [http://www.ue.katowice.pl/uploads/media/1\\_A.Czopek\\_Analiza\\_Porownawcza\\_Efektywnosci....pdf](http://www.ue.katowice.pl/uploads/media/1_A.Czopek_Analiza_Porownawcza_Efektywnosci....pdf), data dostępu 15.04.2014 r.
2. European Commission, *Innovation Union Scoreboard 2014*, European Union, Belgium 2014, [http://ec.europa.eu/enterprise/policies/innovation/files/ius/ius-2014\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/enterprise/policies/innovation/files/ius/ius-2014_en.pdf), data dostępu 08.04.2014 r.
3. *Green Paper on Innovation*, <http://ica.cordis.lu/documents/documents/documentlibrary/4INL95bookEN.doc>, data dostępu 12.09.2011 r.
4. Ministerstwo Gospodarki, *Strategia Europa 2020*, <http://www.mg.gov.pl/Bezpieczenstwo+gospodarcze/Strategia+Europa+2020>, data dostępu 15.04.2014 r.
5. *Na ile polska gospodarka jest innowacyjna? Materiał na posiedzenie Komisji Gospodarki Narodowej 23 luty 2013*, <http://ww2.senat.pl/k7/kom/kgn/292/1.pdf>, data dostępu 24.03.2014 r.
6. Punkt kontaktowy 7 Programu Ramowego, *Horyzont 2020*, <http://7pr.pb.edu.pl/horyzont-2020/>, data dostępu 08.04.2014 r.
7. Punkt kontaktowy 7 Programu Ramowego, *7. Program Ramowy (7PR) Wspólnoty Europejskiej badań, rozwoju technologicznego i wdrożeń (2007-2013)*, [http://7pr.kpk.gov.pl/pliki/6637/7PR\\_informacja\\_for\\_net.pdf](http://7pr.kpk.gov.pl/pliki/6637/7PR_informacja_for_net.pdf), data dostępu 08.01.2008 r.
8. Sokołowski A., Sagan A., *Przykłady stosowania analizy danych w marketingu i badaniu opinii publicznej*, <http://www.statsoft.pl/czytelnia/marketing/adwmarketingu.html>, data dostępu 21.11.2013 r.