



*The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library*

**This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.**

**Help ensure our sustainability.**

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

[aesearch@umn.edu](mailto:aesearch@umn.edu)

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

*No endorsement of AgEcon Search or its fundraising activities by the author(s) of the following work or their employer(s) is intended or implied.*

Authors' contribution/  
Wkład autorów:  
A. Study design/  
Zaplanowanie badań  
B. Data collection/  
Zebranie danych  
C. Statistical analysis/  
Analiza statystyczna  
D. Data interpretation/  
Interpretacja danych/  
E. Manuscript preparation/  
Przygotowanie tekstu  
F. Literature search/  
Opracowanie  
piśmiennictwa  
G. Funds collection/  
Pozyskanie funduszy

ORIGINAL ARTICLE

JEL code: C38, O32

Submitted:  
December 2022

Accepted:  
January 2023

Tables: 2  
Figures: 5  
References: 45

ORYGINALNY ARTYKUŁ  
NAUKOWY

Klasyfikacja JEL: C38, O32

Zgłoszony:  
grudzień 2022

Zaakceptowany:  
styczeń 2023

Tabele: 2  
Rysunki: 5  
Literatura: 45

REGIONAL DISCREPANCIES IN THE LEVEL OF  
KNOWLEDGE-BASED ECONOMY IN POLAND

ZRÓŻNICOWANIA REGIONALNE GOSPODARKI OPARTEJ NA WIEDZY  
W POLSCE

Iwona Dorota Bąk <sup>(A,B,C,D,E,F,G)</sup>

Faculty of Economics, Department of Applications of Mathematics in Economics,  
West Pomeranian University of Technology in Szczecin, Poland  
Wydział Ekonomiczny, Katedra Zastosowań Matematyki w Ekonomii,  
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Polska

Citation:

Bąk, D. I. (2023). Regional discrepancies in the level of knowledge-based economy in Poland / Zróżnicowania regionalne gospodarki opartej na wiedzy w Polsce. *Economic and Regional Studies*, 16(1), strony 1-17. <https://doi.org/10.2478/ers-2023-0001>

Guest Editor Prof. Karol Kukuła, Ph.D., University of Applied Sciences in Tarnow

Abstract

**Subject and purpose of work:** This paper analyzes the level of knowledge-based economy (KBE) in terms of sustainable development across the provinces (voivodships) of Poland in 2020. The underlying assumption of this study is that knowledge and skills are one of the fundamental preconditions for successfully implementing the concept of sustainable development.

**Materials and methods:** In order to calculate the rankings of Polish voivodships a synthetic indicator developed on the basis of the zeroed unitarization method was used.

**Results:** There are vast disproportions in the levels of KBE across the voivodeships of Poland. The most advanced KBE was identified in the Mazowieckie Voivodship, and the least developed KBE was found in the Lubuskie voivodship.

**Conclusions:** The capacity to develop a knowledge-based economy is inextricably interrelated with the quality of the social capital, which is directly attributable to the levels of education. In order to offset the interregional disproportions spending on research and development needs to be increased and the investments in human capital (e.g. through career planning, training, improving the professional qualifications of employees, discretionary bonuses) and new technologies should be expanded.

**Keywords:** knowledge-based economy, competitiveness, sustainable development, voivodeships of Poland, zero unitarization method

Streszczenie

**Przedmiot i cel pracy:** Celem artykułu jest analiza poziomu gospodarki opartej na wiedzy (GOW) w województwach Polski w 2020 roku w aspekcie zrównoważonego rozwoju. W opracowaniu postawiono założenie, że wiedza i umiejętności stanowią jeden z podstawowych czynników realizacji koncepcji zrównoważonego rozwoju.

**Materiał i metody:** Do sporządzenia rankingów badanych województw wykorzystano miernik syntetyczny oparty o metodę unitaryzacji zerowanej.

**Wyniki:** Istnieją bardzo duże dysproporcje w poziomie GOW w województwach Polski. Najwyższy poziom GOW dotyczy województwa mazowieckiego, natomiast najniższy województwa lubuskiego.

**Wnioski:** Zdolność do rozwoju gospodarki opartej na wiedzy jest nierozdzielnie związana z jakością kapitału społecznego, który w prostej mierze jest pochodną wykształcenia. W celu zrównoważenia dysproporcji pomiędzy regionami należy zwiększyć nakłady na działalność badawczo-rozwojową oraz inwestować w kapitał ludzki (np. poprzez: planowanie karier zawodowych, szkolenia, podnoszenie kwalifikacji zawodowych pracowników, premie uznaniowe) i nowe technologie.

**Słowa kluczowe:** gospodarka oparta na wiedzy, konkurencyjność, zrównoważony rozwój, województwa Polski, metoda unitaryzacji zerowanej

**Address for correspondence / Adres korespondencyjny:** prof. Iwona Dorota Bąk (ORCID: 0000-0001-8959-7269) ([iwona.bak@zut.edu.pl](mailto:iwona.bak@zut.edu.pl)), Faculty of Economics, Department of Applications of Mathematics in Economics, West Pomeranian University of Technology in Szczecin; address: 71-270 Szczecin, ul. Janickiego 31; phone: 91 449 68 68.

**Journal included in:** ERIH PLUS; AgEcon Search; AGRO; Arianta; Baidu Scholar; BazEkon; Cabell's Whitelist; CNKI Scholar; CNPIEC – cnpLINKer; EBSCO Discovery Service; EBSCO-CEEAS; EuroPub; Google Scholar; Index Copernicus ICV 2017-2020: 100,00; J-Gate; KESLI-NDSL; MyScienceWork; Naver Academic; Naviga (Softweco); Polish Ministry of Science and Higher Education 2021: 20 points; Primo Central; QOAM; ReadCube; Semantic Scholar; Summon (ProQuest); TDNet; WanFang Data; WorldCat.

**Copyright:** © The Authors, 2022. **Publisher:** John Paul II University of Applied Sciences in Białą Podlaską, Poland.

## Introduction

Regional development is a complex process that is contingent on multiple underlying conditions. It is commonly defined as the integral development of a community (whether social, economic, environmental, health-related, technological, cultural, or recreational) within a defined territory. The role of individual regions in the European and in the global economy crucially depends on their competitive advantage. The regions that have successfully mastered new management methods and are able to bring out their full potential are the ultimate winners (Czudec, 2010).

There are calls to increase the competitiveness of regions, while other advocate for their sustainable development. For many years, sustainable development has been a key theme of many analyses and studies (Borys, 2016; Ciegis, Ramanauskiene, Martinkus, 2009; Szopik et al. 2018; Goetz et al., 2019; Bąk, Cheba, 2020). It is most commonly perceived as a process through which economic, social and environmental activities are integrated and blended together in order to raise the level and quality of life of both present and future communities (Rutkauskas, 2014; Yawar, Seuring, 2017; Kovács, Illés, 2019). Sustainability assessment methods work largely at the national level. However, many authors believe that, in order to understand and achieve sustainability at the global level, it is necessary to model and map sustainability within smaller spatial units, such as regions (Bąk, Wawrzyniak, Oesterreich, 2022). As a result, researchers who explore various aspects of sustainable development, the managers of natural resource, and strategic planners working on the development and implementation of the sustainable development objectives are becoming increasingly focused on regions (Clark, Dickson, 2003; Todes, 2004; Graymore, Sipe, Rickson, 2008; Jovovic R., Draskovic, Delibasic, Jovovic M., 2017). Nowadays, the idea of sustainable development is incorporated in almost all areas of the economy, including in its knowledge-based model. This idea inherently involves the process of continuous improvement of humans, the economy, and the environmental protection. A sustainable knowledge-based economy is conducive to the efficient management of knowledge and the deployment and dissemination of the effects of innovations. The distinctive feature of developed countries is that they invest in both, new technologies, and in human and social capital. Education, experience, and skills are the cornerstones of human capital. With the appropriate levels of human capital as a component of intellectual capital, societies are able to better adapt to the changing economic conditions and positively contribute to the implementation of the concept of sustainable development (Secundo et al. 2020).

## Wstęp

Rozwój regionalny jest procesem złożonym i zależy od wielu uwarunkowań. Zwykle jest definiowany jako integralny rozwój społeczności (społecznej, ekonomicznej, środowiskowej i zdrowotnej, technologicznej, kulturalnej i rekreacyjnej) na określonym terytorium. Rola jaką będą odgrywać regiony w gospodarce europejskiej i światowej zależy od ich pozycji konkurencyjnej. Wygrywają te regiony, które postawiły na nowe metody zarządzania i potrafią wydobyć tkwiący w nich potencjał (Czudec, 2010).

Z jednej strony mówi się o konieczności zwiększania konkurencyjności regionów, z drugiej natomiast o ich rozwoju zrównoważonym. Zrównoważony rozwój od lat jest tematem wielu analiz i opracowań (Borys, 2016; Ciegis, Ramanauskiene, Martinkus, 2009; Szopik i in. 2018; Khoshnava et. al. 2019; Bąk, Cheba, 2020). Najczęściej interpretowany jest on jako proces, gdzie następuje integrowanie działań w sferze: gospodarczej, społecznej i środowiskowej w celu podnoszenia poziomu i jakości życia społeczności zarówno współczesnej, jak i przyszłej (Rutkauskas, 2014; Yawar, Seuring, 2017; Kovács, Illés, 2019). Metody oceny zrównoważonego rozwoju posiadają głównie zasięg krajowy. Wielu autorów uważa jednak, że modelowanie zrównoważenia w mniejszych jednostkach przestrzennych, takich jak np. region, jest niezbędne do zrozumienia i osiągnięcia poziomu zrównoważenia na poziomie globalnym (Bąk, Wawrzyniak, Oesterreich, 2022). Stąd też regiony stają się głównym przedmiotem zainteresowania badaczy zrównoważonego rozwoju, osób zarządzających zasobami naturalnymi i planistów strategicznych pracujących nad opracowywaniem i wdrażaniem celów zrównoważonego rozwoju (Clark, Dickson, 2003; Todes, 2004; Graymore, Sipe, Rickson, 2008; Jovovic R., Draskovic, Delibasic, Jovovic M., 2017). Współcześnie idea zrównoważonego rozwoju przejawia się niemal we wszystkich dziedzinach gospodarki, także w jej modelu opartym na wiedzy. Założenia tej idei dotyczą procesu ciągłego doskonalenia człowieka, gospodarki oraz ochrony środowiska. Zrównoważona gospodarka oparta na wiedzy sprzyja sprawnemu zarządzaniu wiedzą oraz wprowadzaniu i upowszechnianiu efektów działalności innowacyjnej. Charakterystyczną cechą krajów wysoko rozwiniętych jest inwestowanie nie tylko w nowe technologie, ale również w kapitał ludzki i społeczny. Podstawą kapitału ludzkiego są: wykształcenie, doświadczenie oraz umiejętności. Kapitał ludzki, na odpowiednim poziomie, jako element kapitału intelektualnego umożliwia lepsze dostosowanie społeczeństw do zmieniających się warunków gospodarowania i pozytywnie wpływa na realizację koncepcji zrównoważonego rozwoju (Secundo i in. 2020). To właśnie wykształcenie należy zaliczyć do podstawowych czynników, dzięki którym możliwa

Education is one of the basic factors that underpin the concept of sustainable development for the sake of the future generations. It also accelerates the leveling of development disproportions between regions (Bąk et al., 2022).

The knowledge-based economy (KBE) has been the subject of numerous research projects and scientific analyses worldwide. The main focus of these publications was on the conceptual and theoretical aspects, while empirical research was sidelined. However, in order to understand the distinctive features and dynamics of KBE and to identify the most appropriate policy orientations, there is an urgent need to analyze the knowledge-based economy on a micro-and macroeconomic scale (*Knowledge...*, 2000).

This paper analyzes the level of knowledge-based economy (KBE) in terms of sustainable development across the provinces (voivodships) of Poland as of 2020. It presents the results of exploratory research that focuses on the identification of spatial interconnections in the knowledge-based economy. It also fits well with the ongoing discussions on whether and how to combine sustainable development and knowledge-based economy. Without duly recognizing the regional dimension, the development of knowledge-based economy and information society, as outlined in the Lisbon Strategy, appears to be a daunting task. Kukliński (2002) also argues that a competitive and innovative region increasingly becomes a fully-fledged actor on the global stage and is capable of building a knowledge-based economy in its own right. The differences in the levels of socio-economic development across the regions of Poland have been discussed by many authors (Korenik, 2003; Malina, 2020; Adamowicz, 2021) who used a multitude of research methods. A single synthetic indicator based on a group of selected diagnostic indicators was the main tool used here to compare the regional levels of KBE development. With the aggregated value of this synthetic indicator, the analyzed regions can be reliably grouped and ranked; it also facilitates comparative assessment of these regions in multidimensional terms. The synthetic indicator used in this study was designed using the zeroed unitarization method.

This paper consists of an introduction, which presents the main objective of this study and the rationale for exploring the competitiveness of regions in a sustainable knowledge-based economy. A literature review concerning knowledge-based economy was also performed. In the next sections, statistical data used in this study and the research procedure are discussed. The findings, discussion, and conclusions are presented in the final sections.

jest realizacja koncepcji zrównoważonego rozwoju z troską o przyszłe pokolenia. Przyspiesza ono również szansę wyrównania dysproporcji rozwojowych między regionami. (Bąk i in., 2022).

Gospodarka oparta na wiedzy (GOW) stała się przedmiotem licznych badań i publikacji na całym świecie. Publikacje te koncentrują się głównie na problematyce koncepcyjno-teoretycznej, a w mniejszym stopniu na badaniach empirycznych. Jednakże w celu zrozumienia jej cech i dynamiki oraz określenia najważniejszych kierunków rozwoju polityki istnieje pilna potrzeba analizy gospodarki opartej na wiedzy, zarówno na poziomie mikro-, jak i makroekonomicznym (*Knowledge...*, 2000).

Celem artykułu jest analiza poziomu gospodarki opartej na wiedzy (GOW) w województwach Polski w 2020 roku w aspekcie zrównoważonego rozwoju. Artykuł ma charakter badawczy i koncentruje się na identyfikacji przestrzennych powiązań gospodarki opartej na wiedzy. Wpisuje się on w debatę na temat potrzeby łączenia zrównoważonego rozwoju i gospodarki opartej na wiedzy. Pełna realizacja strategii lizbońskiej polegająca na budowie gospodarki opartej na wiedzy oraz społeczeństwa informacyjnego wydaje się niemożliwa bez dostrzeżenia wymiaru regionalnego. Również według Kuklińskiego (2002) to właśnie region, konkurencyjny i innowacyjny, coraz częściej stający się aktorem na globalnej scenie, zdolny jest do budowania gospodarki opartej na wiedzy. Zróżnicowanie poziomu rozwoju społeczno-gospodarczego polskich regionów zostało omówione przez wielu autorów (Korenik, 2003; Malina, 2020; Adamowicz, 2021), którzy stosowali różne metody badawcze. Głównym jednak narzędziem porównywania poziomu rozwoju regionów jest skonstruowanie, na podstawie wybranego zestawu cech diagnostycznych, jednego syntetycznego wskaźnika, którego zagregowana wartość umożliwia uporządkowanie i ustalenie rankingu badanych jednostek oraz ułatwia ich ocenę porównawczą w przestrzeniach wielowymiarowych. W niniejszym opracowaniu budowa miernika syntetycznego oparta zostanie o metodę unitaryzacji zerowanej.

Układ niniejszego artykułu zawiera wprowadzenie, w którym przedstawiono główny cel pracy i uzasadnienie badań dotyczących konkurencyjności regionów w zrównoważonej gospodarce opartej na wiedzy. Ponadto dokonano przeglądu literatury dotyczącej gospodarki opartej na wiedzy. W następnej części omówiono dane statystyczne wykorzystane w artykule oraz opisano procedurę badawczą. Na koniec przedstawiono wyniki badań, dyskusję i wnioski.

## Regional development in the context of sustainable development and knowledge-based economy – a literature review

The theoretical concept of knowledge-based economy was coined in the 1990s by Peter Drucker (1999). The growing globalization and the development of information technology provided the basis for and fueled the emergence of this type of economy. A research report compiled by the OECD in 1996 was the first comprehensive study of KBE (Hvidt, 2015). The same methodology was then applied to describe the economic processes taking place in the United States. The authors of the OECD report (1999) came up with one of the first definitions of KBE. They explained that the knowledge-based economy was directly dependent on the production, distribution and use of knowledge and information.

The importance of an economy based on knowledge was recognized in the official document of the European Union, the Lisbon Strategy of 2000, whose aim was to make the EU "the most competitive and dynamic knowledge-based economy in the world capable of sustainable economic growth with more and better jobs and greater social cohesion" by 2010. The importance of knowledge-based economy can be furthermore corroborated by the fact that various organizations, including World Bank, OECD or the European Union, are currently seeking to pin down the stage of development of KBE in individual countries. They use proprietary methodologies and an extensive system of indicators to measure and describe KBE.

The World Bank Institute (Makulska, 2012) defined the critical requisites for a country to be able to fully participate in the knowledge-based economy:

1. an appropriate economic and institutional regime that allows the free flow of knowledge, supports investment in information and communication technologies, and encourages entrepreneurship,
2. an appropriate level of education and training, as well as an educated and skilled population that can create, share, and use knowledge well,
3. dynamic information infrastructure to support effective communication, dissemination and processing of information,
4. having a network of research centers, universities, private companies and social groups that can tap into the growing stock of global knowledge, assimilate and adapt it to local needs, and create new knowledge.

Chen and Dahlman (2006) justify in detail the need to combine these four pillars. They argue that the capacity to create a knowledge-based economy involves not only a good technological infrastructure and a well-educated population, but also the establishment of a "knowledge-friendly"

## Rozwój regionalny w kontekście rozwoju zrównoważonego i gospodarki opartej na wiedzy – przegląd literatury

Teoretyczna koncepcja gospodarki opartej na wiedzy wprowadzona została w latach dziewięćdziesiątych XX wieku przez Petera Druckera (1999). Podstawę rozwoju tej gospodarki widziano w rosnącym znaczeniu globalizacji oraz rozwoju technik informatycznych. Pierwszym kompleksowym opracowaniem tego zagadnienia był raport z badań opracowany przez OECD w 1996 roku (Hvidt, 2015). Następnie metodologia ta zastosowana została do opisu procesów ekonomicznych mających miejsce w Stanach Zjednoczonych. Jedną z pierwszych definicji opracowali eksperci, autorzy raportu OECD (1999). Według nich gospodarka oparta na wiedzy to gospodarka, która bezpośrednio bazuje na produkcji, dystrybucji oraz stosowaniu wiedzy i informacji.

Znaczenie gospodarki opierającej swój rozwój na wiedzy znalazło wyraz w oficjalnym dokumencie Unii Europejskiej, w tzw. Strategii Lizbońskiej z 2000 roku, której celem ma być „przekształcenie Unii Europejskiej w ciągu 10 lat w najbardziej konkurencyjną i dynamiczną gospodarkę opartą na wiedzy w świecie, charakteryzującą się trwałym wzrostem gospodarczym, coraz większą ilością coraz lepszych miejsc pracy oraz większą harmonią społeczną”. O wadze zjawiska zwanego „gospodarka oparta na wiedzy” świadczy także fakt, iż opisem stanu rozwoju tego rodzaju gospodarki w poszczególnych krajach zajmują się obecnie różne organizacje, m.in. Bank Światowy, OECD czy Unia Europejska. Stosują one do pomiaru i opisu GOW własne metodologie oraz rozbudowany system wskaźników.

World Bank Institute (Makulska, 2012) zdefiniował warunki jakie powinien spełniać kraj uczestniczący w gospodarce opartej na wiedzy:

1. odpowiednie otoczenie regulacyjne i gospodarcze, które umożliwia swobodny przepływ wiedzy, wspiera inwestycje w technologie informatyczno-komunikacyjne i zachęca do przedsiębiorczości,
2. odpowiedni poziom edukacji i szkoleń, gdyż do dzielenia się wiedzą i do jej wykorzystywania potrzebne jest wykształcone i wykwalifikowane społeczeństwo,
3. dynamiczna infrastruktura informacyjna umożliwiająca skuteczną komunikację, rozpowszechnianie i przetwarzanie informacji,
4. posiadanie sieci ośrodków badawczych, uniwersytetów, prywatnych przedsiębiorstw i grup społecznych, które są zdolne do wykorzystania rosnących zasobów wiedzy, jej dostosowania do lokalnych potrzeb, a także tworzenia nowej wiedzy.

Chen i Dahlman (2006) podali szczegółowy opis konieczności połączenia tych czterech filarów. Ich

economic regime (meaning a distortion-free economy that operates according to a set of transparent rules and regulations, and is governed by an effective, accountable and corruption-free government, an effective legal system, freedom of speech, protection of property rights, etc.), and creating an innovation system that can produce, use and adopt knowledge to design new goods, new processes and new knowledge.

It is not easy to transform a country into a knowledge-based economy since a successful KBE is based on the intricate relationships between entrepreneurship, motivation, as well as favorable economic and institutional regimes etc. Stiglitz (1999) explains that a broader shift in culture focused on citizen participation (in economic activities), ownership of processes and active learning is necessary to be able to successfully establish a knowledge-based economy, so that motivation, aspirations and entrepreneurship become an intrinsic task of each individual.

Orłowski (2000) argues that the state can support the knowledge-based economy with the following measures:

1. appropriate macroeconomic and structural policy aimed at lowering corporate taxation, supporting an open economy, effective privatization and restructuring,
2. rationalization of spending on research and development,
3. appropriate education policy and reform of the education system, improving the quality of education and its better adaptability to the current needs.

The development and transformations of KBE are overwhelmingly influenced and dominated by science. The impact of scientific progress is becoming the main driver of the economic development, and by far outweighs other factors. Its impact is either direct, through the generation of innovative knowledge, or indirect, through education, training and raising the qualifications of those employed in the economy, which translates into the generation of human capital. It changes the nature of the economy and essentially covers two areas: new sectors of the economy where information and telecommunications (ICT) devices and services are produced, and new technological applications in the traditional sectors of the economy (Chojnicki, Czyż, 2007).

Innovations and human capital are the main components of KBE (Chidambaram, 2014; Asongu, 2015; Hossain, 2015; Nurunnabi, 2017). An innovative economy is characterized by the ability to create and implement innovations, defined as the capability to develop innovative solutions or as the overall innovative performance of entities operating in a given economy (Kwiecień, 2018). Research and development indicators are most often mentioned

zdaniami zdolność do budowania gospodarki opartej na wiedzy oznacza nie tylko dobrą infrastrukturę technologiczną i dobrze wykształconą populację, ale także zakłada ustanowienie „sprzyjającego wiedzy” reżimu ekonomicznego (przez co rozumie się gospodarkę o przejrzystych zasadach i regulacjach, wolnej od wypaczeń, ze skutecznym, odpowiedzialnym i wolnym od korupcji rządem, skutecznym systemem prawnym, wolnością słowa, ochroną praw własności itp.) oraz stworzenie systemu innowacji, który może wytwarzać, wykorzystywać i adoptować wiedzę do powstawania nowych towarów, nowych procesów i nowej wiedzy.

Przekształcenie państwa w gospodarkę opartą na wiedzy nie jest łatwym zadaniem, ponieważ udana GOW opiera się na zawiłych relacjach między przedsiębiorczością, motywacją, sprzyjającymi reżimami gospodarczymi i instytucjonalnymi itp. Zdaniem Stiglitz (1999) pomyślnie ustanowienie tego typu gospodarki wymaga szerszej zmiany w kulturze, która koncentruje się na uczestnictwie obywateli (w działaniach gospodarczych), własności procesów i aktywnym uczeniu się, tak aby motywacja, aspiracje i przedsiębiorczość stały się nieodłącznym zadaniem jednostki.

Zdaniem Orłowskiego (2000) państwo może wspierać gospodarkę opartą na wiedzy następującymi działaniami:

1. właściwą polityką makroekonomiczną i strukturalną dążącą do obniżenia poziomu opodatkowania przedsiębiorstw, wzrostu otwartości gospodarki, efektywnej prywatyzacji i restrukturyzacji,
2. racjonalizacją wydatków na badania i rozwój,
3. właściwą polityką edukacyjną i reformą systemu edukacji poprawiającą jakość kształcenia i lepsze dostosowanie systemu do potrzeb.

GOW stanowi typ gospodarki, której rozwój i przekształcenia dokonują się pod dominującym wpływem nauki. Oddziaływanie postępu naukowego staje się głównym czynnikiem rozwoju gospodarki, znacznie przeważającym nad innymi czynnikami. Dokonuje się ono głównie bezpośrednio, poprzez wytwarzanie wiedzy innowacyjnej oraz pośrednio przez edukację, kształcenie i podnoszenie kwalifikacji zatrudnionych w gospodarce, tj. wytwarzanie kapitału ludzkiego. Rezultatem tego oddziaływania są zmiany charakteru gospodarki, które obejmują równoległe dwie dziedziny: nowe branże gospodarki produkujące urządzenia i usługi informacyjno-telekomunikacyjne (ICT) oraz nowe zastosowania technologiczne w tradycyjnych gałęziach gospodarki (Chojnicki, Czyż, 2007).

Głównymi składnikami GOW są innowacje i kapitał ludzki (Chidambaram, 2014; Asongu, 2015; Hossain, 2015; Nurunnabi, 2017). Innowacyjna gospodarka charakteryzuje się zdolnością do tworzenia oraz wdrażania innowacji, rozumianej jako możliwość

in the context of assessing the innovativeness of an economy. OECD (2006) defines research and development (R&D) as comprising creative work undertaken on a systematic basis in order to increase the stock of knowledge (including knowledge of man, culture and society) and the use of this knowledge to devise new applications.

Human capital can be defined as the stock of scientific knowledge and skills embodied in people that helps improve practical activities and create and use innovations in the economy. The use of human capital is manifested in both, scientific and research activities, and in the employment of highly educated staff in those sectors of the economy that represent the knowledge-based economy. Knowledge becomes a commodity, specialists and scientists become increasingly important, and knowledge is the main source of innovation. As a result, the development opportunities of countries and regions are increasingly determined by human intellectual capacities, science and R&D, which provide innovative solutions and therefore are the drivers of the new type of economy (Kukuła, 2013).

## Materials and methods

### *Characteristics of the body of research*

The following (diagnostic) indicators were used to describe the different aspects of knowledge-based economy: the general levels of education, the share of R&D personnel of all employed, spending on research and development, and protection rights granted by the Patent Office of the Republic of Poland:

- $X_1$  – share of people having successfully completed tertiary education in the population aged 25-64 years (%),
- $X_2$  – tertiary education alumni per 10,000 population,
- $X_3$  – post-graduate and doctoral students per 1,000 population,
- $X_4$  – share of R&D personnel of all employed (%),
- $X_5$  – share of R&D personnel with tertiary education per 100,000 population,
- $X_6$  – number of entities operating in the R&D sector per 100,000 population,
- $X_7$  – spending on R&D per 10,000 population,
- $X_8$  – percentage share of innovation expenditure in businesses in relation to gross expenditure on fixed assets,
- $X_9$  – percentage share of businesses that introduced innovations out of all businesses,

opracowywania nowatorskich rozwiązań albo jako całkowity rezultat działalności innowacyjnej podmiotów, które obejmuje dana gospodarka (Kwiecień, 2018). Wśród mierników służących do oceny innowacyjności gospodarki najczęściej wymienia się wskaźniki dotyczące działalności badawczo-rozwojowej. OECD (2006) definiuje działalność badawczo-rozwojową (B+R) jako pracę twórczą podejmowaną w sposób systematyczny w celu zwiększenia zasobów wiedzy, w tym wiedzy o człowieku, kulturze i społeczeństwie, oraz wykorzystanie tych zasobów wiedzy do tworzenia nowych zastosowań.

Kapitał ludzki to ludzie wyposażeni w wiedzę naukową i umiejętności, które mogą być wykorzystane w usprawnianiu działalności praktycznej oraz tworzeniu i wykorzystaniu innowacji w gospodarce. Wykorzystanie kapitału ludzkiego przejawia się z jednej strony w działalności naukowo-badawczej, a z drugiej w zatrudnieniu wysoce wykształconych kadr w tych sektorach gospodarki, które reprezentują GOW. Wiedza staje się towarem, rośnie rola specjalistów i naukowców, wiedza pełni kluczowe miejsce jako źródło innowacji. W efekcie o szansach rozwoju krajów i regionów coraz częściej decyduje potencjał intelektualny człowieka, nauka oraz sfera badań i rozwoju, które dostarczają innowacyjnych rozwiązań, „napędzając” w ten sposób nowy typ gospodarki (Kukuła, 2013).

## Materiały i metody

### *Charakterystyka materiału badawczego*

W celu scharakteryzowania różnych aspektów gospodarki opartej na wiedzy – od poziomu wykształcenia społeczeństwa ogółem, poprzez udział personelu badawczo-rozwojowego w zatrudnieniu ogółem, po nakłady na działalność badawczo-rozwojową oraz udzielone przez UPRP (Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej) prawa ochronne – wykorzystano następujące wskaźniki (cechy diagnostyczne):

- $X_1$  – udział osób z wyższym wykształceniem w populacji w wieku 25-64 lata (%),
- $X_2$  – absolwenci szkół wyższych na 10 tys. ludności,
- $X_3$  – uczestnicy studiów podyplomowych i studiów doktoranckich na 1000 mieszkańców,
- $X_4$  – udział personelu badawczo-rozwojowego w zatrudnionych ogółem (%),
- $X_5$  – udział personelu badawczo-rozwojowego z wykształceniem wyższym na 100 tys. mieszkańców,
- $X_6$  – liczba podmiotów w działalności B+R na 100 tys. ludności,
- $X_7$  – nakłady na działalność badawczą i rozwojową na 10 tys. mieszkańców,
- $X_8$  – nakłady na działalność innowacyjną w przedsiębiorstwach w relacji do nakładów brutto na środki trwałe (%),

$X_{10}$  – protection rights granted by the Patent Office of the Republic of Poland per 100,000 population,  
 $X_{11}$  – patents granted by the Patent Office of the Republic of Poland per 100,000 population,  
 $X_{12}$  – notifications of inventions per 1 million population.

All listed indicators are stimulants, which means that these diagnostic indicators that have a positive impact on the level of knowledge-based economy in a given area.

Table 1 presents the basic parameters describing the average level ( $\bar{x}$  – arithmetic average), the degree of differentiation ( $R$ – range),  $S(x)$  – standard deviation,  $Vs$  – variation coefficient) and the asymmetry ( $A$ ) of distributions of the descriptive indicators analyzed in this study.

$X_9$  – przedsiębiorstwa, które wprowadziły innowacje w % ogółu przedsiębiorstw,  
 $X_{10}$  – udzielone prawa ochronne w UPRP na 100 tys. mieszkańców,  
 $X_{11}$  – patenty udzielone przez UPRP na 100 tys. mieszkańców,  
 $X_{12}$  – zgłoszenia wynalazków na 1 mln mieszkańców.

Wszystkie wymienione wskaźniki to stymulanty, czyli cechy diagnostyczne pozytywnie wpływające na poziom gospodarki opartej na wiedzy na danym obszarze.

W Tabeli 1 przedstawiono podstawowe parametry charakteryzujące przeciętny poziom ( $\bar{x}$  – średnia arytmetyczna), stopień zróżnicowania ( $R$ – rozstęp),  $S(x)$  – odchylenie standardowe,  $Vs$  – współczynnik zmienności) oraz asymetrię ( $A$ ) rozkładów przyjętych do badania wskaźników opisujących GOW.

**Table 1.** Values of selected descriptive parameters for KBE indicators used in this analysis

**Tabela 1.** Wartości wybranych parametrów opisowych dla przyjętych do badania wskaźników dotyczących GOW

Indicators / Cechy	min	max	R	$\bar{x}$	$S(x)$	$Vs$ (%)	A
$X_1$	18.50	31.30	12.80	21.96	3.01	13.70	1.78
$X_2$	31.00	108.00	77.00	69.06	21.55	31.20	0.34
$X_3$	0.80	14.50	13.70	3.45	3.12	90.42	2.96
$X_4$	2.30	17.74	15.44	6.90	4.06	58.92	1.43
$X_5$	0.00	10.96	10.96	3.90	2.75	70.65	0.97
$X_6$	7.90	26.60	18.70	14.61	4.76	32.58	0.82
$X_7$	0.21	2.17	1.96	0.64	0.50	77.09	2.07
$X_8$	0.00	14.47	14.47	7.00	4.34	62.02	0.04
$X_9$	36.80	55.30	18.50	47.76	4.88	10.21	-0.47
$X_{10}$	0.40	2.10	1.70	1.23	0.49	39.94	0.19
$X_{11}$	1.70	8.50	6.80	5.22	2.06	39.40	-0.18
$X_{12}$	47.90	135.20	87.30	95.44	23.53	24.66	-0.22

Source: Own study.

Źródło: Opracowanie własne.

The following regularities were revealed in the analysis (Table 1):

- the values of all indicators vary by more than 10% ( $X_2 - X_7 \wedge X_{10}, X_{11}$ ), variations of more than 30% were detected for nine indicators; voivodeships are least diversified in terms of R&D personnel with tertiary education per 100,000 population ( $X_2 - X_7 \wedge X_{10}, X_{11}$ ), and are most diversified in terms of the share of post-graduate and doctoral students per 1000 population ( $X_3$ );
- there is a strong or very strong right-sided asymmetry in the distribution of 50% of the indicators ( $X_1, X_3 - X_7$ ), which is generally unfavorable as it reveals the predominance of objects where the level of the indicators is below average;
- the indicator  $X_9$  is characterized by a moderate left-sided asymmetry; it means that, in the majority of voivodeships, the share of businesses which

Analiza wartości parametrów pozwala zauważyć następujące prawidłowości (Tabela 1):

- zróżnicowanie wartości wszystkich wskaźników jest powyżej 10%, przy czym dla dziewięciu wskaźników ( $X_2 - X_7 \wedge X_{10}, X_{11}$ ) przekracza 30%; najmniejszym zróżnicowaniem charakteryzują się województwa ze względu na personel B+R z wykształceniem wyższym na 100 tys. mieszkańców ( $X_2 - X_7 \wedge X_{10}, X_{11}$ ), a największym – ze względu na uczestników studiów podyplomowych i studiów doktoranckich na 1000 mieszkańców ( $X_3$ );
- rozkład 50% wskaźników ( $X_1, X_3 - X_7$ ) charakteryzuje się silną lub bardzo silną asymetrią prawostronną, co jest niekorzystne z punktu widzenia badanego zjawiska, gdyż oznacza to przewagę obiektów, w których poziom wskaźników jest poniżej przeciętnej;
- umiarkowaną asymetrią lewostronną charakteryzuje się wskaźnik  $X_9$ , co świadczy



- have introduced innovations out of all businesses is above average; the following indicators are also noteworthy:  $X_{11}$  (patents granted by the Patent Office per 100,000 population), and  $X_{12}$  (notifications of inventions per 1 million population) – here, a left-hand asymmetry also applies, but is less notable;
- the distribution of innovation expenditure in businesses in relation to gross expenditure on fixed assets ( $X_8$ ) is close to symmetric.

### Research method

Knowledge-based economy is a complex phenomenon and an abstract construct used to illustrate a directly unquantifiable status of real objects described using a specific number (greater than one) of diagnostic indicators (Kukuła, 2000). This paper presented a ranking of voivodeships according to their level of knowledge-based economy. The indicators were normalized by means of a zeroed unitarization method. Unitarization methods use a fixed reference point, which is the range of the normalized variable  $R(x)$ . It can be calculated using the following formula:

$$R = \max_i x_{ij} - \min_i x_{ij} \quad (1)$$

This feature is normalized as follows (Kukuła, Bogocz, 2014):

for stimulant variables

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - \min_i x_{ij}}{\max_i x_{ij} - \min_i x_{ij}}, \max_i x_{ij} \neq \min_i x_{ij}; \quad (2)$$

for destimulant variables

$$z_{ij} = \frac{\max_i x_{ij} - x_{ij}}{\max_i x_{ij} - \min_i x_{ij}}, \max_i x_{ij} \neq \min_i x_{ij}. \quad (3)$$

In this procedure, all values of normalized diagnostic indicators belong to the range [0,1]. The synthetic indicator of the development ( $Q_i$ ) is the arithmetic mean of normalized values of all diagnostic indicators:

$$Q_i = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k z_{ij}, \quad (4)$$

where  $n$  – number of objects,  
 $k$  – number of diagnostic indicators.

Based on the value of the synthetic indicator, the voivodeships can be divided into three groups of voivodeships that have a similar level of knowledge-based economy. To do this, the range of the variable should be determined.

- o tym, że dla większości województw udział przedsiębiorstw, które wprowadziły innowacje w % ogółu przedsiębiorstw jest powyżej przeciętnej; naukę zasługują również wskaźniki:  $X_{11}$  (patenty udzielone przez UPRP na 100 tys. mieszkańców) oraz  $X_{12}$  (zgłoszenia wynalazków na 1 mln mieszkańców), w przypadku których również występuje asymetria lewostronna, ale o mniejszej sile;
- nakłady na działalność innowacyjną w przedsiębiorstwach w relacji do nakładów brutto na środki trwałe ( $X_8$ ) posiadają rozkład zbliżony do symetrycznego.

### Metoda badawcza

Gospodarka oparta na wiedzy stanowi zjawisko złożone, które jest abstrakcyjnym tworem obrazującym stan jakościowy bezpośrednio niemierzalny rzeczywistych obiektów opisywany przez pewną liczbę (większą od jeden) cech diagnostycznych (wskaźników) (Kukuła, 2000). W prezentowanym w artykule zbudowano ranking województw ze względu na poziom gospodarki opartej na wiedzy. Przy normowaniu cech wykorzystano metodę unitaryzacji zerowanej. Metody unitaryzacyjne charakteryzują się przyjęciem stałego punktu odniesienia, który stanowi rozstęp zmiennej normowanej  $R(x)$ . Jego wartość można otrzymać wykorzystując wzór:

$$R = \max_i x_{ij} - \min_i x_{ij} \quad (1)$$

Normowanie cechy dokonuje się w sposób następujący (Kukuła, Bogocz, 2014):

dla stymulant

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - \min_i x_{ij}}{\max_i x_{ij} - \min_i x_{ij}}, \max_i x_{ij} \neq \min_i x_{ij}; \quad (2)$$

dla destymulant

$$z_{ij} = \frac{\max_i x_{ij} - x_{ij}}{\max_i x_{ij} - \min_i x_{ij}}, \max_i x_{ij} \neq \min_i x_{ij}. \quad (3)$$

W wyniku tak przeprowadzonej procedury wszystkie wartości znormalizowanych cech diagnostycznych należą do przedziału [0,1]. Syntetyczną miarę rozwoju ( $Q_i$ ) konstruuje się jako średnią arytmetyczną znormalizowanych wartości cech diagnostycznych:

$$Q_i = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k z_{ij}, \quad (4)$$

gdzie:  $n$  – liczba obiektów,  
 $k$  – liczba cech diagnostycznych.

Na podstawie wartości miary syntetycznej województwa można podzielić na trzy grupy charakteryzujące się podobnym poziomem gospodarki opartej na wiedzy. W tym celu należy wyznaczyć rozstęp zmiennej.

$$R(Q_i) = \max_i Q_i - \min_i Q_i \quad (5)$$

Next, the value of the division parameter  $k$  is calculated, equaling 3 for the analyzed number of voivodeships (16):

$$k = \frac{R(Q_i)}{3}. \quad (6)$$

This parameter is then used to divide all objects into 3 groups:

Group I with the highest level of the analyzed phenomenon:  $Q_i \in [\max_i Q_i - k, \max_i Q_i]$

Group II with a moderate level of the analyzed phenomenon:  $Q_i \in [\max_i Q_i - 2k, \max_i Q_i - k]$

Group III with a low level of the analyzed phenomenon:  $Q_i \in [\max_i Q_i - 3k, \max_i Q_i - 2k]$ .

### Study findings

Table 2 lists Polish voivodeships arranged and grouped according to the level of knowledge-based economy. The spatial distribution of voivodships according to the level of KBE is presented in Figure 1.

$$R(Q_i) = \max_i Q_i - \min_i Q_i \quad (5)$$

W dalszej kolejności wylicza się wartość parametru podziału  $k$ , który przy badanej liczbie województw (16) wynosi 3:

$$k = \frac{R(Q_i)}{3}. \quad (6)$$

Parametr ten zostanie wykorzystany do podziału całego zbioru obiektów na 3 grupy:

Grupa I o najwyższym poziomie zjawiska:  $Q_i \in [\max_i Q_i - k, \max_i Q_i]$

Grupa II o przeciętnym poziomie zjawiska:  $Q_i \in [\max_i Q_i - 2k, \max_i Q_i - k]$

Grupa I o niskim poziomie zjawiska:  $Q_i \in [\max_i Q_i - 3k, \max_i Q_i - 2k]$ .

### Wyniki badań

W Tabeli 2 podano wyniki porządkowania i grupowania województw Polski ze względu na poziom gospodarki opartej na wiedzy. Przestrzenne rozmieszczenie województw ze względu na poziom GOW zaprezentowano na Rysunku 1.

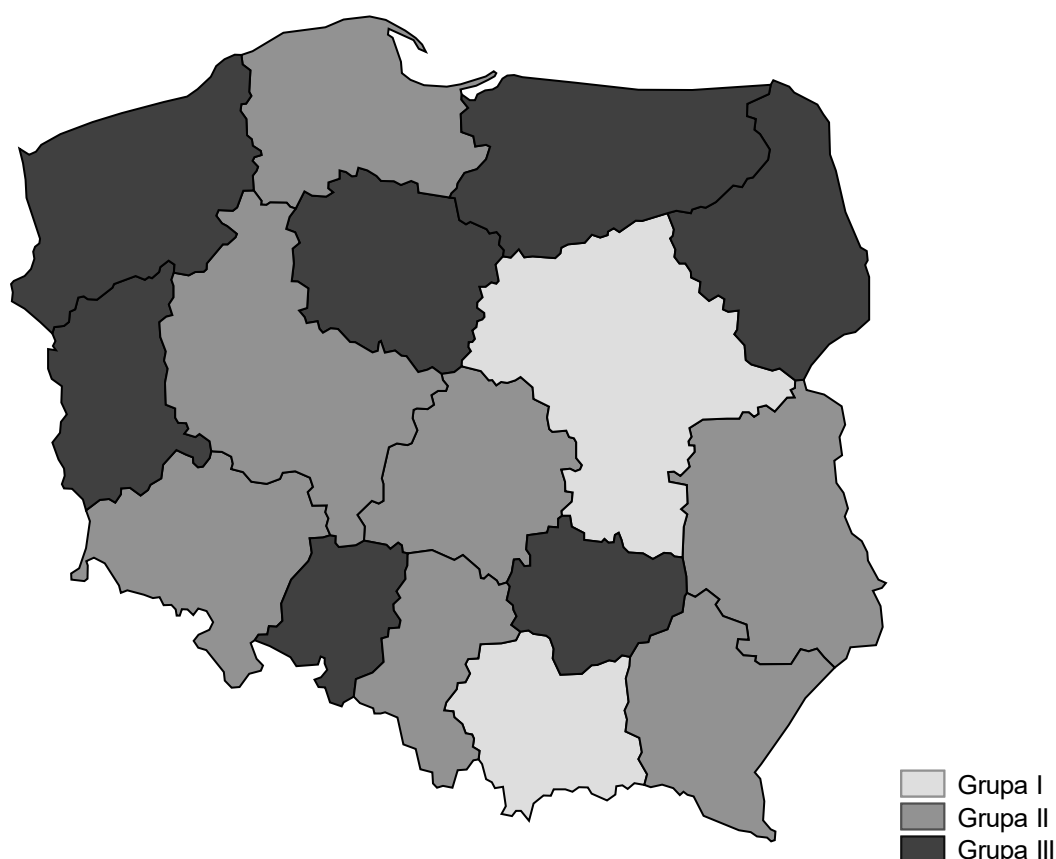
**Table 2.** The ranking of voivodeships grouped according to their level of knowledge-based economy in 2020

**Tabela 2.** Rankowanie województw ze względu na poziom gospodarki opartej na wiedzy oraz ich podział na grupy w 2020 roku

Place in the ranking / Pozycja w rankingu	Voivodeship / Województwo	$Q_i$	Assignment to the group / Przynależność do grupy
1	mazowieckie	0.9136	Group I / Grupa I (2 voivodeships) / (2 województwa) $Q_I \in (0,6215 - 0,9136]$ $\bar{z} = 0,8265$
2	małopolskie	0.7394	
3	dolnośląskie	0.5228	Group II / Grupa II $Q_{II} \in (0,3294 - 0,6215]$ (7 voivodeships) / (7 województw) $\bar{z} = 0,4662$
4	pomorskie	0.4912	
5	śląskie	0.4850	
6	lubelskie	0.4691	
7	łódzkie	0.4641	
8	podkarpackie	0.4411	
9	wielkopolskie	0.3902	
10	podlaskie	0.3230	Group III / Grupa III $Q_{III} \in [0,0373 - 0,3294]$ (7 voivodeships) / (7 województw) $\bar{z} = 0,2144$
11	kujawsko-pomorskie	0.2921	
12	opolskie	0.2633	
13	zachodniopomorskie	0.2401	
14	warmińsko-mazurskie	0.1756	
15	świętokrzyskie	0.1696	
16	lubuskie	0.0373	
$I(Q_i) = \frac{\max_i Q_i}{\min_i Q_i}$		24.5173	

Source: Own study.

Źródło: Opracowanie własne.



**Figure 1.** The spatial distribution of voivodeships according to the synthetic indicator  $Q_i$   
**Rysunek 1.** Przestrzenne rozmieszczenie województw według wartości miary syntetycznej  $Q_i$

Source: Own study.

Źródło: Opracowanie własne.

As shown in Table 2, the development level of KBE varies significantly across the regions. There are significant differences between top-ranked voivodeships and the Lubuskie Voivodeship, which is ranked at the bottom [ $I(Q_i) = 24.5173$ ]. The highly developed Mazowieckie Voivodeship having the highest GDP per capita topped the ranking. All of the analyzed indicators for the Mazowieckie Voivodeship exceeded the average values, and seven indicators were the highest out of all analyzed regions. These included: share of people having successfully completed tertiary education in the general population ( $X_1$ ), post-graduate and doctoral students per 1,000 population ( $X_3$ ), the share of R&D personnel of all employed ( $X_4$ ), R&D personnel with tertiary education per 100,000 population ( $X_5$ ), entities pursuing R&D activities per 100,000 population ( $X_6$ ), spending on R&D per 10,000 population ( $X_7$ ), notifications of inventions per 1 million population ( $X_{12}$ ). The Małopolskie Voivodeship was ranked the second, and four of its indicators scored the highest values: tertiary education alumni per 10,000 population ( $X_2$ ), percentage share of innovation expenditure in businesses in relation to gross expenditure on fixed assets ( $X_8$ ), protection rights granted in the Patent Office of the Republic of

Jak wynika z Tabeli 2 poziom rozwoju GOW w ujęciu regionalnym wykazuje duże zróżnicowanie. Istnieją znaczne różnice między województwami zajmującymi czołowe lokaty w rankingu a województwem lubuskim usytuowanym na jego końcu [ $I(Q_i) = 24.5173$ ]. Na czele rankingu znalazło się wysoko rozwinięte województwo mazowieckie o najwyższym PKB na jednego mieszkańca. Wszystkie analizowane wskaźniki w tym województwie były na poziomie powyżej przeciętnej, a siedem z nich osiągało wartości najwyższe wśród badanych regionów. Należały do nich: udział osób z wyższym wykształceniem ( $X_1$ ), uczestnicy studiów podyplomowych i studiów doktoranckich na 1000 mieszkańców ( $X_3$ ), personel badawczo-rozwojowy na zatrudnionych ogółem ( $X_4$ ), personel B+R z wykształceniem wyższym na 100 tys. mieszkańców ( $X_5$ ), podmioty w działalności B+R na 100 tys. ludności ( $X_6$ ), nakłady na działalność badawczą i rozwojową na 10 tys. mieszkańców ( $X_7$ ), zgłoszenia wynalazków na 1 mln mieszkańców ( $X_{12}$ ). Drugie w rankingu województwo małopolskie charakteryzowało się najwyższymi wartościami czterech wskaźników: absolwenci szkół wyższych na 10 tys. ludności ( $X_2$ ), nakłady na działalność innowacyjną w przedsiębiorstwach w relacji do nakładów brutto

Poland per 100,000 population ( $X_{10}$ ), patents granted in the Patent Office of the Republic of Poland per 100,000 population ( $X_{11}$ ).

The level of knowledge-based economy in the second typological group was above the average for all voivodships, but much lower than in the first group. This specifically applies to  $X_3$  (post-graduate and doctoral students per 1,000 population) and  $X_7$  (expenditure on R&D per 10,000 population) – these indicators are three times lower than in the first typological group. The following indicators are lower nearly by half: the share of R&D personnel of all employed ( $X_4$ ), and the share of R&D personnel with tertiary education per 100,000 population ( $X_5$ ).

The third group includes seven voivodships where most indicators are below average, with the exception of  $X_1$  and  $X_2$  (people with tertiary education and tertiary education alumni per 10,000 population). Interestingly, the indicator  $X_9$  (percentage share of businesses that introduced innovations) scored the maximum value in the Opolskie Voivodship, which was assigned to the third group.

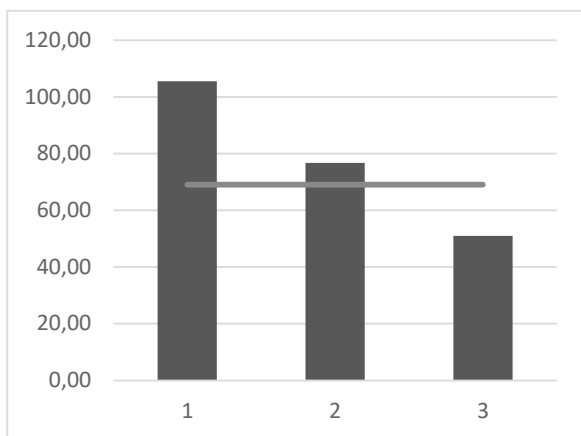
To illustrate the differences in the level of the analyzed indicators, the average values of selected diagnostic indicators were calculated for individual groups and compared to the average value for all voivodships in Poland (Figures 2-5). The average values of indicators decrease in each subsequent typological group for stimulant variables.

na środki trwałe w % ( $X_8$ ), udzielone prawa ochronne w UPRP na 100 tys. mieszkańców ( $X_{10}$ ), patenty udzielone przez UPRP na 100 tys. mieszkańców ( $X_{11}$ ).

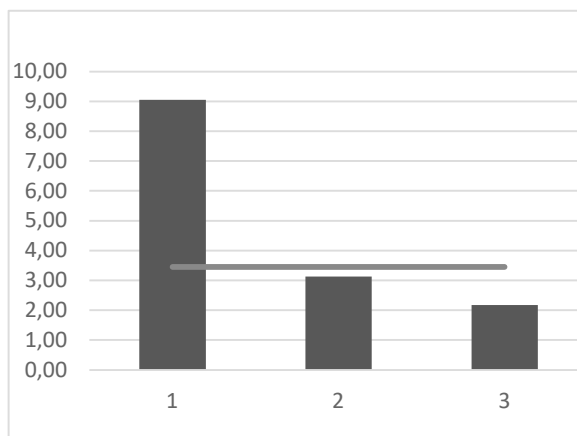
Poziom gospodarki opartej na wiedzy w drugiej grupie typologicznej jest na poziomie powyżej przeciętnej badanych województw, ale znacznie niższym niż w grupie pierwszej. Szczególnie dotyczy to cech  $X_3$  (uczestnicy studiów podyplomowych i studiów doktoranckich na 1000 mieszkańców) oraz  $X_7$  (nakłady na działalność badawczą i rozwojową na 10 tys. mieszkańców), których wartości są prawie trzykrotnie niższe w porównaniu do pierwszej grupy typologicznej. Z kolei dwukrotnie niższe są wartości cech: personel badawczo-rozwojowy na zatrudnionych ogółem ( $X_4$ ) i personel B+R z wykształceniem wyższym na 100 tys. mieszkańców ( $X_5$ ).

W najsłabszej trzeciej grupie znalazło się siedem województw, dla których poziom większości wskaźników kształtuje się poniżej przeciętnej, za wyjątkiem cech  $X_1$  i  $X_2$ , dotyczących osób z wyższym wykształceniem oraz absolwentów szkół wyższych na 10 tys. ludności. Jedynie cecha  $X_9$  (przedsiębiorstwa, które wprowadziły innowacje w % ogółu przedsiębiorstw) dla województwa opolskiego, należącego do grupy trzeciej, osiąga maksymalną wartość wśród badanych województw.

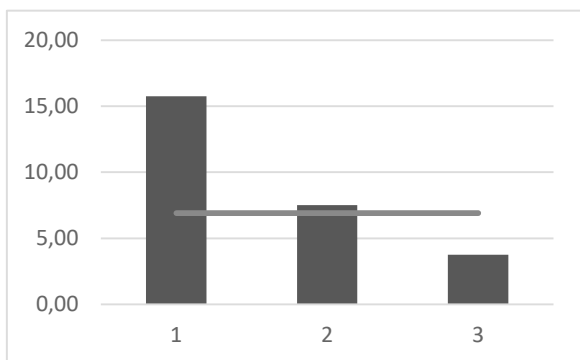
W celu ukazania różnic w poziomie badanych wskaźników obliczono wartości średnie w grupach dla wybranych cech diagnostycznych na tle średniej wartości dla wszystkich województw w Polsce (Rysunki 2-5). W przypadku wskaźników mających charakter stymulant wyraźnie widać spadek przeciętnych wartości wskaźników przy przechodzeniu do kolejnej grupy typologicznej.



**Figure 2.** Average values of the indicator  $X_2$  (tertiary education alumni per 10,000 population) per typological group / **Rysunek 2.** Średnie wartości wskaźnika  $X_2$  (absolwenci szkół wyższych na 10 tys. ludności) dla poszczególnych grup typologicznych

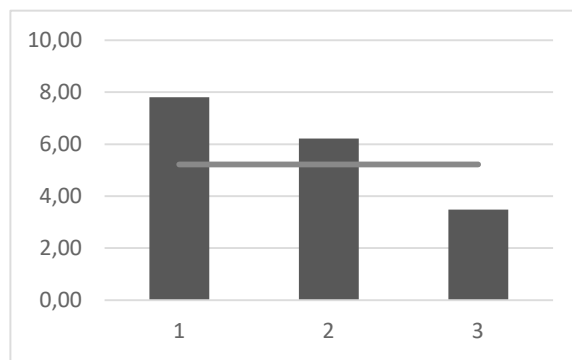


**Figure 3.** Average values of the indicator  $X_3$  (post-graduate and doctoral students per 1,000 population) per typological group / **Rysunek 3.** Średnie wartości wskaźnika  $X_3$  (uczestnicy studiów podyplomowych i studiów doktoranckich na 1000 mieszkańców) dla poszczególnych grup typologicznych



**Figure 4.** Average values of the indicator  $X_4$  (the share of R&D personnel of all employed) per typological group /

**Rysunek 4.** Średnie wartości wskaźnika  $X_4$  (personel badawczo-rozwojowy na zatrudnionych ogółem) dla poszczególnych grup typologicznych



**Figure 5.** Average values of the indicator  $X_{11}$  (patents granted in the Patent Office of the Republic of Poland per 100,000 population) per typological group /

**Rysunek 5.** Średnie wartości wskaźnika  $X_{11}$  (patenty udzielone przez UPRP na 100 tys. mieszkańców) dla poszczególnych grup typologicznych

Source: Own study.

Źródło: Opracowanie własne.

Educational disadvantage is one of the most important barriers to building a knowledge-based economy and puts some regions in Poland at risk of progressive marginalization. In 2020, there were 349 universities in Poland, of which 83 (23.8%) were operating in the Mazowieckie Voivodship. Only two tertiary education institutions operated in Lubelskie and Opolskie voivodeships; Lubuskie, Podlaskie and Świętokrzyskie had three tertiary education institutions each. Both domestic and foreign students most often opted for universities in the Mazowieckie Voivodship (20.6%), followed by the Małopolskie Voivodship (12.1%). Mazowieckie Voivodeship and Małopolskie Voivodeship had the highest share of tertiary education alumni (56 thousand/19.1% of all graduates in Poland, and 36.7 thousand/12.5% of all graduates in Poland, respectively). In the Lubuskie Voivodeship, there were 68.6 thousand university students (1.0%), and 17.1 thousand graduates (1.0% of all graduates in Poland). The data on doctoral students are similar. More than 40% of all 8.3 thousand doctoral students in Poland were based in the Mazowieckie (23.5%) and Małopolskie (17.3%). There were only 28 doctoral students in the Lubuskie Voivodeship (0.3% of all doctoral students in Poland).

In 2020, the highest internal spending on research and development activities (36.4% of all internal spending on R&D in Poland) was reported for the Mazowieckie Voivodship. The Mazowieckie Voivodship also had the highest number of entities operating in the R&D sector (26.6% of all entities operating in the R&D sector in Poland). These indicators were the lowest across Poland in the Lubuskie Voivodeship: 0.7% and 8.7%, respectively.

Most entities having scientific and research equipment were established in the Mazowieckie Voivodeship (356 entities). The gross value of this equipment at the end of 2020 in the Mazowieckie

Nierówny dostęp do edukacji jest jedną z najważniejszych barier budowy gospodarki opartej na wiedzy i skazuje niektóre z polskich regionów na postępującą peryferializację w krajowej przestrzeni. W roku 2020 na terenie Polski funkcjonowało 349 uczelni, z tego 83 (23,8%) zlokalizowane były w województwie mazowieckim. Tylko dwie szkoły wyższe funkcjonowały w województwach lubelskim i opolskim, a po trzy uczelnie posiadały województwa: lubuskie, podlaskie i świętokrzyskie. Zarówno studenci krajowi, jak i zagraniczni najczęściej wybierali uczelnie z województwa mazowieckiego (20,6%), a następnie małopolskiego (12,1%). W tych województwach przybyło również najwięcej absolwentów: w mazowieckim prawie 56 tys. (19,1% ogółu absolwentów w kraju) oraz w małopolskim – 36,7 tys. (12,5% ogółu absolwentów). Dla ostatniego w rankingu, ze względu na poziom GOW, województwa lubuskiego wskaźniki te kształtowały się następująco: na uczelniach kształciło się 68,6 tys. studentów (1,0%), a ukończyło je 17,1 tys. absolwentów (1,0% ogółu absolwentów w kraju). Podobnie wygląda sytuacja ze względu na uczestników szkół doktorskich. Z ponad 8,3 tys. doktorantów ponad 40% kształciło się w województwach mazowieckim (23,5%) oraz małopolskim (17,3%). W województwie lubuskim było ich zaledwie 28, czyli 0,3% ogółu doktorantów w kraju.

W 2020 r. najwyższe nakłady wewnętrzne na działalność badawczą i rozwojową, stanowiące 36,4% wszystkich nakładów wewnętrznych na badania i rozwój w kraju, poniosły podmioty z siedzibą w województwie mazowieckim. Również najliczniejszą grupę podmiotów w działalności B+R stanowiły jednostki zlokalizowane w województwie mazowieckim (26,6% wszystkich podmiotów w działalności B+R w kraju). Dla województwa lubuskiego wskaźniki te były najniższe w kraju i wyniosły odpowiednio: 0,7% i 8,7%.

Voivodeship equaled PLN 6.6 billion, while its utilization rate was estimated at 82.6%. The Lubuskie Voivodeship had the lowest number of entities with scientific and research equipment – 1.6% of all entities operating in the R&D sector and using scientific and research equipment (GUS, 2022). Likewise, the highest and the lowest share of R&D personnel was reported for entities operating in the Mazowieckie Voivodeship and the Lubuskie Voivodeship, respectively.

## Conclusions and recommendations

Given the findings of this study, it can be concluded that the level of knowledge-based economy varies considerably across the provinces (voivodships) in Poland. The most advanced KBE was identified in the Mazowieckie voivodship, and the least developed KBE was found in the Lubuskie voivodship. Only two voivodships (Mazowieckie and Małopolskie) were assigned to a group representing the highest level of KBE development, while the other 14 voivodships were apportioned between two groups with KBE at either medium or low level of development. It is also notable that there are significant disproportions between the first and the second group given that a considerable number of indicators were used in this analysis. In the first group, some indicators were three times ( $X_3$  – post-graduate and doctoral students per 1,000 population, and  $X_7$  – spending on R&D per 10,000 population), or two times ( $X_4$  – the share of R&D personnel of all employed, and  $X_5$  – R&D personnel with tertiary education per 100,000 population) higher than the same indicators in the second group.

Bąk, Wawrzyniak, Oesterreich (2022) arranged and grouped EU countries, macro-regions and regions according to the level of the knowledge-based economy in 2019. In their research, the authors also used diagnostic indicators to pin down the education level of the society, the share of research and development personnel in total employment, and the levels of spending on research and development. Poland was ranked 19<sup>th</sup> among 25 EU member states in terms of the knowledge-based economy, and Mazowieckie was the only voivodeship classified to the top-level group.

According to the findings presented in this study, the capacity to develop a knowledge-based economy is inextricably interrelated with the quality of the social capital, which is directly attributable to the levels of education. Adamowicz (2021) argues that the scope and consequences of peripherality can be mitigated in many ways, including through the better use of equipment and intellectual resources,

Najliczniejszą grupą podmiotów posiadających aparaturę naukowo-badawczą były jednostki z województwa mazowieckiego – 356 jednostek. Wartość brutto aparatury na koniec 2020 r. w tym województwie wynosiła 6,6 mld zł, natomiast stopień jej zużycia – 82,6%. Najmniej jednostek posiadających aparaturę naukowo-badawczą odnotowano w województwie lubuskim – 1,6% ogółu podmiotów prowadzących badania naukowe i prace rozwojowe z wykorzystaniem aparatury naukowo-badawczej (GUS, 2022). Podobna sytuacja dotyczy personelu B+R – najliczniejszy posiadały podmioty z województwa mazowieckiego, najmniej było go w województwie lubuskim.

## Wnioski i rekomendacje

Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że w województwach Polski istnieje wyraźne zróżnicowanie poziomu gospodarki opartej na wiedzy. Najwyższy jej poziom dotyczy województwa mazowieckiego, natomiast najniższy województwa lubuskiego. Należy zauważyć, że jedynie dwa województwa (mazowieckie i małopolskie) znalazły się w grupie o najwyższym poziomie zjawiska, a pozostałe 14 podzielone zostały proporcjonalnie do grup o przeciętnym i słabym poziomie. Warto również zaznaczyć, że w przypadku znacznej liczby przyjętych do badania wskaźników zauważa się ich duże dysproporcje pomiędzy grupami pierwszą i drugą. Wartości niektórych wskaźników z grupy pierwszej nawet trzykrotnie ( $X_3$  – uczestnicy studiów podyplomowych i studiów doktoranckich na 1000 mieszkańców oraz  $X_7$  – nakłady na działalność badawczą i rozwojową na 10 tys. mieszkańców) lub dwukrotnie ( $X_4$  – personel badawczo-rozwojowy na zatrudnionych ogółem i  $X_5$  – personel B+R z wykształceniem wyższym na 100 tys. mieszkańców) są wyższe w porównaniu z wartościami tych wskaźników w grupie drugiej.

W pracy Bąk, Wawrzyniak, Oesterreich (2022) przedstawiono wyniki porządkowania i grupowania krajów, makroregionów i regionów UE ze względu na poziom gospodarki opartej na wiedzy w 2019 roku. W badaniach, podobnie jak w niniejszym opracowaniu, wykorzystano cechy diagnostyczne związane z poziomem wykształcenia społeczeństwa, udziału personelu badawczo-rozwojowego w zatrudnieniu ogółem, nakładami na działalność badawczo-rozwojową. Okazało się, że kraj nasz ze względu na GOW znalazł się dopiero na 19 pozycji spośród badanych 25 krajów UE, a tylko jedno województwo – mazowieckie, zaklasyfikowano również do najlepszej grupy.

Jak wynika z badań przedstawionych w niniejszym opracowaniu zdolność do rozwoju gospodarki opartej na wiedzy jest nierozzerwalnie związana z jakością kapitału społecznego, który w prostej mierze jest pochodną wykształcenia. Zdaniem Adamowicza (2021) łagodzenie zasięgu i skutków peryferyjności

transfer of innovation, development of internal and external cooperation, building intellectual capital and knowledge, and strengthening territorial identity, which altogether determine the region's capacity to develop. This capacity can be then defined using synthetic indicators. In order to offset the interregional disproportions, spending on research and development needs to increase and the investments in human capital (e.g. through career planning, training, improving the professional qualifications of employees, discretionary bonuses) and new technologies should be expanded.

The Human Capital Operational Program (OPKL) was implemented between 2007–2015 as an instrument designed to help develop human capital in Poland. According to Herbst and Rok (2019), the absorption of funds per capita varied considerably across municipalities within individual voivodships, and the funds were not necessarily allocated to areas that were most structurally disadvantaged (as defined by a governmental algorithm). Nevertheless, a significant share of activities financed under OP HC (vocational training, courses, support for innovative business projects etc.) may have a positive impact on the well-being and mobility of individuals. Concern for and investment in human capital are of particular importance during the times of crisis (war in Ukraine, COVID-19 pandemic). When faced with the spread of COVID-19 and the subsequent outbreak of war in Europe, employers were mostly concerned about the safety and health of their employees, and strived to better understand the needs and conditions that the employees were confronted with in their present situation in order to make them feel they belonged with the company. The principles of diversity and inclusion were brought to the fore. The most important managerial challenges were as follows: taking care of the mental health of employees, mutual respect between employees and employers (recognition of various needs, support and responsiveness), counteracting discrimination and mobbing (Deloitte, 2020).

Research on the socio-economic aspects (Shedenova, Beimisheva, 2013; Nazarczuk, 2015; Szopik-Depczyska et al., 2020) revealed that the disparities vary much more within regions than between them, which means that the regional and local dimensions must be reflected in the strategies, programs and monitoring of the KBE development, otherwise they will not succeed. In Poland, there are notable differences between urban and rural settings (Bąk, Wawrzyniak, Oesterreich, 2021), as well as deeper disparities across the regions – this is a fact which must not be ignored. Further empirical studies need to be conducted in order to obtain detailed data at the level of counties (poviats), communes, and even individual businesses, in order to determine their

można osiągnąć na wiele sposobów, wśród których ważną rolę może odegrać lepsze wykorzystanie zasobów materialnych i intelektualnych, transfer innowacji, rozwój współpracy wewnętrznej i zewnętrznej, budowanie kapitału intelektualnego i wiedzy oraz wzmacnianie tożsamości terytorialnej, które łącznie składają się na potencjał rozwojowy regionu, który można określić za pomocą wskaźników syntetycznych. W celu zrównoważenia dysproporcji pomiędzy regionami należy także zwiększyć nakłady na działalność badawczo-rozwojową oraz inwestować w kapitał ludzki i (np. poprzez: planowanie karier zawodowych, szkolenia, podnoszenie kwalifikacji zawodowych pracowników, premie uznaniowe) nowe technologie.

Narzędziem służącym wzmacnianiu kapitału ludzkiego w Polsce był Program Operacyjny Kapitał Ludzki (POKL), realizowany w latach 2007–2015. Zdaniem Herbst i Roka (2019) absorpcja środków w ujęciu per capita była bardzo zróżnicowana między gminami w ramach poszczególnych województw, przy czym niekoniecznie więcej środków trafiło do obszarów szczególnie obciążonych strukturalnie (w rozumieniu rządowego algorytmu). Niemniej znaczna część działań finansowanych w ramach POKL (szkolenia zawodowe, kursy, wspieranie innowacyjnych projektów biznesowych i temu podobne) może wpływać korzystnie nie tylko na dobrobyt jednostek, ale także na ich mobilność. Dbałość i inwestycje w kapitał ludzki mają szczególne znaczenie podczas sytuacji kryzysowych (wojna na Ukrainie, pandemia COVID-19). W okresie rozprzestrzeniania się pandemii COVID-19, a następnie braku pokoju w Europie, najważniejszym czynnikiem branym pod uwagę przez pracodawców było bezpieczeństwo i zdrowie pracowników z jednej strony, a z drugiej zrozumienie potrzeb i okoliczności, w jakich ich pracownicy funkcjonują w obecnej sytuacji i sprawienie, żeby czuli się częścią firmy. Istotne stało się przestrzeganie zasad zarządzania różnorodnością i włączenia (z ang. diversity & inclusion). Najważniejsze wyzwania związane z tym zarządzaniem to: dbanie o zdrowie psychiczne pracowników, szacunek na linii pracownik-pracodawca (rozpoznawanie różnorodnych potrzeb, wspieranie i reagowanie), przeciwdziałanie dyskryminacji i mobbingowi (Deloitte, 2020).

Z prowadzonych badań dotyczących aspektów społeczno-gospodarczych (Shedenova, Beimisheva, 2013; Nazarczuk, 2015; Szopik-Depczyska i in., 2020) wynika, że zróżnicowania regionalne są niejednokrotnie większe wewnątrz regionów niż między nimi, co oznacza, że formułowane strategie, programy i monitoring rozwoju GOW muszą uwzględniać wymiar regionalny i lokalny, aby były skuteczne. W Polsce wciąż zróżnicowania miasto-wieś (Bąk, Wawrzyniak, Oesterreich, 2021), a także szersze – między regionami, są faktem, którego nie można ignorować. Przeprowadzone w artykule analizy ujawniły potrzebę

capacity to innovate and their contribution to the development of a knowledge-based economy. This research would be very important from the point of view of the analyzed phenomenon, but it is difficult to do, if only because of the availability of essential and comparable statistical data. Analyses of spatial connections at lower levels of aggregation (counties, communes) are highly valuable, as they can be used to identify areas where there are clear differences and gaps in the levels of the analyzed phenomenon. This approach makes it easier to identify and analyze the root causes of disproportions in the area concerned. This may translate into concrete measures taken by national and regional authorities to address and eliminate these disproportions, which is consistent with the idea of sustainable development.

The findings of this research reveals how important it is to accelerate the development of knowledge-based economy, specifically in the regions that fall way behind the Mazowieckie and Małopolskie Voivodeships. The following main factors driving the level of KBE were identified:

- the education level of the society and creating the conditions for lifelong learning,
- ensuring the highest possible spending on research and development,
- creating conditions conducive to the transfer of educated employees to the R&D sector.

As a matter of fact, innovations are the backbone of KBE, and they inherently involve the following: highly qualified staff, involvement of universities and research centers, IT infrastructure and ensuring appropriate conditions for its development. This is a serious challenge specifically for the academic community, which plays a key role in educating and transferring universal skills, including via e-learning and e-education. Continuing vocational training is an important means with which the levels of knowledge in the society can be increased. A wide range of instruments should be created to encourage both employers and employees to invest in vocational training.

KBE monitoring and measurements provide valuable information on the science and research capacities of a country. The collected data provide the key insights for informed strategic decision-making and for creating support initiatives geared towards developing and strengthening the economy. When faced with increasing competition in creating and introducing innovations to the market, people feel prompted to constantly improve their level of education, expand competences, and to create and master new knowledge. The development of knowledge-based entrepreneurship depends to a large extent on the circumstances that prevail in the given country, favorable public policies, and social awareness in this area.

wykonania dodatkowych badań empirycznych w celu uzyskania szczegółowych informacji na poziomie powiatów, gmin, a nawet przedsiębiorstw, w zakresie ich działalności innowacyjnej oraz roli w tworzeniu GOW. Jest to zadanie bardzo istotne z punktu widzenia badanego zjawiska, ale trudne do zrealizowania chociażby z uwagi na dostępność merytorycznych i porównywalnych danych statystycznych. Analizy przestrzennych powiązań na niższych poziomach agregacji (powiaty, gminy) są bardzo cenne, gdyż umożliwiają identyfikację tych obszarów, w przypadku których występują wyraźne różnice w poziomie badanego zjawiska. Dzięki takiemu podejściu łatwiej jest wskazać oraz analizować przyczyny dysproporcji występujących na badanym obszarze. To z kolei może przekładać się na działania podejmowane przez władze krajowe i regionalne, mające na celu zniwelowanie tych dysproporcji, co jest zgodne z ideą zrównoważonego rozwoju.

Wyniki badań wskazują, że bardzo istotną kwestią jest przyspieszenie rozwoju gospodarki opartej na wiedzy, zwłaszcza w tych regionach, które mocno „odstają” od Mazowsza i Małopolski. Głównymi filarami kształtującymi poziom GOW okazały się:

- poziom wykształcenia społeczeństwa i stworzenie warunków do ustawicznego kształcenia,
- zapewnienie możliwie jak najwyższych nakładów na działalność badawczo-rozwojową,
- stworzenie warunków ułatwiających transfery wykształconych pracowników do pracy w działalności badawczo-rozwojowej.

Bez wątpienia podstawą GOW są innowacje, a do czynników je charakteryzujących należą: wysoko wykwalifikowana kadra, udział uczelni wyższych i ośrodków badawczych, infrastruktura informacyjna oraz zapewnienie odpowiednich warunków jej rozwoju. Jest to istotne wyzwanie szczególnie dla środowiska akademickiego, które spełnia ważną rolę w kształceniu i przekazaniu uniwersalnych umiejętności również w zakresie e-edukacji. Ważną metodą zwiększania zasobu wiedzy w społeczeństwie jest ustawiczne kształcenie zawodowe. Należy zatem utworzyć szeroki wachlarz instrumentów zachęcających zarówno pracodawców, jak i pracowników do inwestycji w szkolenia zawodowe.

Obserwacja oraz pomiar GOW dostarczają cennych informacji na temat potencjału naukowo-badawczego kraju. Zebrane dane mają kluczowe znaczenie w podejmowaniu strategicznych decyzji oraz tworzeniu inicjatyw pomocowych, których celem jest rozwój i umacnianie gospodarki. Coraz większa konkurencja polegająca na tworzeniu i wprowadzaniu na rynek innowacji wymaga od ludzi ciągłego podnoszenia poziomu wykształcenia, odpowiednich kompetencji oraz tworzenia i przyswajania nowej wiedzy. Rozwój przedsiębiorczości opartej na wiedzy w dużym stopniu zależy od uwarunkowań krajowych, sprzyjających polityk publicznych oraz świadomości społecznej w tym zakresie.



**Literatura:**

1. Adamowicz, M. (2021). The Potential for Innovative and Smart Rural Development in the Peripheral Regions of Eastern Poland. *Agriculture*, 11, 188. <https://doi.org/10.3390/agriculture11030188>.
2. Asongu, S. A. (2015). The comparative economics of knowledge economy in Africa: policy benchmarks, syndromes, and implications. *Journal of the Knowledge Economy*, 1–42. doi: 10.1007/s13132-015-0273-4.
3. Bąk, I., Cheba, K. (2020). *Zielona gospodarka jako narzędzie zrównoważonego rozwoju*. Warszawa: CeDeWu.
4. Bąk, I., Wawrzyniak, K., Oesterreich, M. (2021). The Impact of Transformational Changes on the Socio-Economic Conditions of the Rural Population. An Example of Poland. *Agriculture*, 11(5), 403, 1-19.
5. Bąk, I., Wawrzyniak, K., Oesterreich, M. (2022). Competitiveness of the Regions of the European Union in a Sustainable Knowledge-Based Economy. *Sustainability*, 14, 3788. <https://doi.org/10.3390/su14073788>.
6. Borys, T. (2016). Aksjologiczne podstawy zrównoważonego i inteligentnego rozwoju. *Ekonomia i Środowisko*, 3(58), 33-46.
7. Ciegis, R., Ramanauskienė, J., Martinkus, B. (2009). The concept of sustainable development and its use for sustainability scenarios. *Engineering Economics*, 62(2), 28-37.
8. Chen, D. H. C., Dahlgren, C. J., (2006). *The KAM Methodology And World Bank Operations*. The International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank, 37256.
9. Chidambaram, R. (2014). To become a knowledge economy. *Current Science*, 106(7), 936–941.
10. Chojnicki, Z., Czyż, T. 2007. Rola kapitału ludzkiego w kształtowaniu gospodarki opartej na wiedzy w Polsce. *Przegląd Geograficzny*, 79(3-4), 423-438.
11. Clark, W.C.; Dickson, N.M. (2003). Sustainability Science: The Emerging Research Program. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 100, 8059–8061. <https://doi.org/10.1073/pnas.1231333100>.
12. Czudec, W. (2010). Konkurencyjność region i strategie regionalne. *Economy and Management*, 2, 33-42.
13. Deloitte (2020). Jesteśmy w tym razem: czas pandemii. Jak radzić sobie ze skutkami ograniczeń. <https://www2.deloitte.com/pl/pl/pages/human-capital/articles/employee-experience/employee-experience-jestesmy-w-tym-razem.html>.
14. Drucker, P.F. (1999). *Społeczeństwo pokapitalistyczne*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
15. Graymore, M. L. M., Sipe, N.G., Rickson, R. E. (2008). Regional Sustainability: How Useful Are Current Tools of Sustainability Assessment at the Regional Scale? *Ecol. Econ*, 67, 362–372. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.06.002>.
16. GUS. (2022). *Działalność badawcza i rozwojowa w Polsce w 2020 r.* Warszawa: Analizy statystyczne.
17. Herbst, M., Rok, J. (2019). Analiza założeń i rezultatów interwencji publicznej na przykładzie przestrzennego rozkładu wykorzystania POKL 2007-2013 na poziomie lokalnym. *Studia Regionalne i Lokalne*, 4(78), 5-27, doi: 10.7366/1509499547801.
18. Hossain, A. (2015). Evolution of mutual knowledge-based economy in regional integration: an experience from the Cooperation Council of Arab States of the Gulf. *Journal of the Knowledge Economy*, 6(4), 790–817.
19. Hvidt, M. (2015). The state and the knowledge economy in the Gulf: structural and motivational challenges. *Muslim World*, 105(1), 24–45.
20. Jovovic, R., Draskovic, M., Delibasic, M., Jovovic, M. (2017). The Concept of Sustainable Regional Development—Institutional Aspects, Policies and Prospects. *J. Int. Stud.*, 10, 255–266. <https://doi.org/10.14254/2071-8330.2017/10-1/18>.
21. Khoshnava, S. M., Rostmi, R., Zin, R. M., Streimikiene, D., Yousefpour, A., Strielkowski, W., Mardani, A. (2019). Aligning the Criteria of Green Economy (GE) and Sustainable Development Goals (SDGs) to Implement Sustainable Development. *Sustainability*, 11(4615), 1-22. DOI: <https://doi.org/10.3390/su11174615>.
22. *Knowledge management in the learning society*. (2000). OECD, Paris.
23. Korenik, S. (2003). *Dysproporcje w Rozwoju Regionów Polski—Wybrane Aspekty*. Wrocław: Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej.
24. Kovács, G., Illés, B. (2019). Development of an Optimization Method and Software for Optimizing Global Supply Chains for Increased Efficiency, Competitiveness, and Sustainability. *Sustainability* 2019, 11, 1610. <https://doi.org/10.3390/su11061610>.
25. Kukliński A. (2002), The development of the knowledge-based economy in Europe. The regional trajectory. *Geographia Polonica*, 75, 3-11.
26. Kukuła, K. (2000). *Metoda unitaryzacji zerowanej*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
27. Kukuła, K., Bogocz, D. (2014). Zero Unitarization Method and its Application in Ranking Research in Agriculture. *Economic and Regional Studies*, 7(3), 5-13.

28. Kukuła, A.J. (2013). *Knowledge-Based Economy as an Economic Development Strategy for the Twenty-First Century*. In New Strategies for the New Century. The Limits and Possibilities of Regional and Global Integration; Chorośnicki, M., Węc, J., Czubik, A., Głogowski, A., Krzyżanowska-Skowronek, I., Nitszke, A., Szczepankiewicz-Rudzka, E., Tarnawski, M., Eds.; Kontekst Press: Kraków, Poland, 563–574.
29. Kwiecień, K. (2018). Działalność badawczo-rozwojowa przedsiębiorstw w Polsce na tle Unii Europejskiej. *Ekonomia Międzynarodowa*, 24, 133–147. <http://dx.doi.org/10.18778/2082-4440.24.02>.
30. Malina, A. (2020). Analiza przestrzennego zróżnicowania poziomu rozwoju społeczno-gospodarczego województw Polski w latach 2005–2017. *Nierówn. Społ. Wzrost Gospod.*, 61, 138–155.
31. Makulska, D. (2012). Kluczowe czynniki rozwoju w gospodarce opartej na wiedzy. *Prace i Materiały Instytutu Rozwoju Gospodarczego*, 88, 169–193.
32. Nazarczuk J. M. (2015). Regional distance: the concept and empirical evidence from Poland. *Bulletin of Geography. Socio-economic Series*, 28, doi: 10.1515/bog-2015-0020
33. Nurunnabi, M. (2017). Transformation from an Oil-based Economy to a Knowledge-based Economy in Saudi Arabia: the Direction of Saudi Vision 2030, *Journal of the Knowledge Economy* 8(2), 536–564. Springer: Portland International Centre for Management of Engineering and Technology (PICMET).
34. OECD. (1999). *The Future of the Global Economy: Towards a Long Boom?* Paris: OECD.
35. OECD. (2006). *Podręcznik Frascati 2002. Proponowane procedury standardowe dla badań statystycznych w zakresie działalności badawczo-rozwojowej*. Warszawa: Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego.
36. Orłowski, W. (2000). *Knowledge Economy and Knowledge-Based Growth: Some Issues in a Transition Economy*, w: A. Kukliński, (red.), *The Knowledge-Based Economy: The European Challenges of the 21st Century*. Warszawa: State Committee for Scientific Research of the Republic of Poland, 89–96.
37. Rutkauskas, A. V. (2008). On the Sustainability of Regional Competitiveness Development Considering Risk/Apie Regiono Konkurencingumo Plėtros Tvarumą Atsižvelgiant į Riziką. *Technol. Econ. Dev. Econ.* 14, 89–99. <https://doi.org/10.3846/2029-0187.2008.14.89-99>.
38. Secundo, G., Ndou, V., del Vecchio, P., de Pascale, G. (2020) Sustainable Development, Intellectual Capital and Technology Policies: A Structured Literature Review and Future Research Agenda. *Technol. Forecast. Soc. Change*, 153, 119917. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.119917>.
39. Shedenova, N.; Beimisheva, A. (2013). Social and Economic Status of Urban and Rural Households in Kazakhstan. *Procedia Soc. Behav. Sci.* 82, 585–591.
40. Strahl, D. (ed.) (2006). *Metody Oceny Rozwoju Regionalnego*. Wrocław: Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej.
41. Szopik-Decpczyńska, K., Cheba, K., Bąk, I., Stajniak, M., Simboli, A., Ioppolo, G. (2018). The study of relationship in a hierarchical structure of EU sustainable development indicators. *Ecological Indicators*, 90, 120–131. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.03.002>.
42. Szopik-Decpczyńska, K., Cheba, K., Bąk, I., Kędzierska-Szczepaniak, A., Szczepaniak, K., Ioppolo, G. (2020). Innovation level and local development of EU regions. A new assessment approach. *Land Use Policy*, 99, 1–11, 104837.
43. The World Bank. *Building Knowledge Economies*; The World Bank: Washington, DC, USA, 2007; <https://doi.org/10.1596/978-0-8213-6957-9>.
44. Todes, A. (2004). Regional Planning and Sustainability: Limits and Potentials of South Africa's Integrated Development Plans. *J. Environ. Plan. Manag.*, 47, 843–861. <https://doi.org/10.1080/0964056042000284866>.
45. Yawar, S. A., Seuring, S. (2017). Management of Social Issues in Supply Chains: A Literature Review Exploring Social Issues, Actions and Performance Outcomes. *J. Bus. Ethics*, 141, 621–643. <https://doi.org/10.1007/s10551-015-2719-9>.

